

3. 着床式洋上風力発電の導入手引き

新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)における洋上風力の本格的な取組みは、2008年度の「洋上風力発電実証研究 FS 調査」から始まった。ここでは6海域のFS(Feasibility Study)が実施されたが、この内、洋上実証研究サイトとして銚子沖と北九州市沖が選定された(図3-1; 表3-1)。

これら洋上風力発電実証研究サイトの自然条件に係る特徴として、千葉県銚子沖では日本でも有数の波の“うねり”が厳しい海域であること、福岡県北九州市沖は台風の影響を受ける海域であることがあげられる。このようにヨーロッパと異なり、太平洋側と日本海側で自然条件が違って、その海上風の特徴が明らかにされていないこと、また、沖合における洋上風車の建設コストの低減化等、洋上風力発電の実用化に際しての課題が多いことから、NEDOでは洋上風況観測タワーと洋上風車を実際に銚子沖及び北九州市沖に設置し、我が国に適した洋上風力発電に係る技術を確立する目的で、洋上風力発電実証研究が開始された。

主な実証研究目的は以下の通りである。

- ✓気象・海象特性の把握
- ✓日本に適用可能な洋上風力発電設備の設計方法の確立
- ✓洋上風車の最適な運転保守方法の確立

洋上風力発電実証研究は、2009年度から「洋上風況観測システム実証研究」、2010年度から「洋上風力発電システム実証研究」がそれぞれ並行して行われ、洋上風況観測タワーは銚子沖で2012年8月18日、北九州市沖で2012年6月30日に設置された。また、洋上風車は銚子沖で2012年10月6日に設置、2013年1月29日に運転開始、北九州市沖で2013年3月23日に設置、2013年6月24日に運転開始となっている(図3-2)。

本手引きは、風力発電事業者等が一般海域において洋上風力発電の導入を検討する際の手引きとして、海外における知見とともに、上記の「洋上風況観測システム実証研究」及び「洋上風力発電システム実証研究」の成果も取り入れてまとめた。なお、ここではNEDOから発行されている陸上版の風力発電導入ガイドブック(第9版)の内容と重複している部分は割愛しているので、同書と併せて読まれることをお勧めしたい。



35° 40'54"N、140° 49'13"E(洋上風車)

35° 40'54"N、140° 49'24"E(洋上風況観測タワー)



33° 57'30"N、130° 45'45"E(洋上風車)

33° 57'27"N、130° 45'36"E(洋上風況観測タワー)

図 3-1 銚子沖及び北九州市沖における風車と観測タワーの位置(伊藤, 2014)

表 3-1 銚子沖及び北九州市沖における実証研究施設概要等

項目	銚子沖	北九州市沖
基本情報	<ul style="list-style-type: none"> ・ 離岸距離 約3.1km、水深 約11.9m ・ 風車と観測タワー間距離 約285m ・ 海底ケーブル22kV、陸上ケーブル6.6kV 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 離岸距離 約1.3km、水深 約14m ・ 風車と観測タワー間距離 約250m ・ 海底ケーブル6.6kV、陸上ケーブル6.6kV
洋上風車	<ul style="list-style-type: none"> ・ 定格出力 2.4MW、ナセル重量 約119t ・ ローター直径 約92m ・ ブレード重量 約10t×3、ハブ高さ 約80m ・ 重力式基礎 約5,400t 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 定格出力2.0MW、ナセル重量 約94t ・ ローター直径 約83m ・ ブレード重量 約6.5t×3、ハブ高さ約80m ・ ハイブリッド重力式基礎(重力・ジャケット) 約4,160t
洋上風況観測タワー	<ul style="list-style-type: none"> ・ タワートップ 約100m ・ 三杯風速計 22箇所、矢羽風向計 23箇所 ・ 超音波風速計 3箇所、ライダー1基 ・ 重力式基礎 約3,500t 	<ul style="list-style-type: none"> ・ タワートップ 約85m ・ 三杯風速計 12箇所、矢羽風向計 9箇所 ・ 超音波風速計 4箇所、ライダー1基 ・ ハイブリッド重力式基礎(重力・ジャケット) 約2,750t

<銚子沖>



2012年8月18日
設置完了



2012年10月6日
設置完了
2013年1月29日
運転開始

<北九州市沖>



2012年6月30日
設置完了



2013年3月23日
設置完了
2013年6月24日
運転開始

図 3-2 洋上風力発電実証研究に係るスケジュール(伊藤, 2014)

3.1 洋上風力発電導入計画の進め方

洋上風力発電事業を計画するにあたっては、その技術的及び法的な検討が必要であり、工事の開始にあたっては、必要な許認可申請手続き等があるため注意を要する。導入を進めるに必要な手順に関して、全体的な流れを図 3.1-1 に示す。技術的な検討として、一般的には立地環境調査、気象・海象調査、基本設計、実施設計、建設工事を経て事業開始、そして撤去・解体に至る流れとなる。それと並行して関係法規の検討、許認可手続き等を行う必要があり、その関係

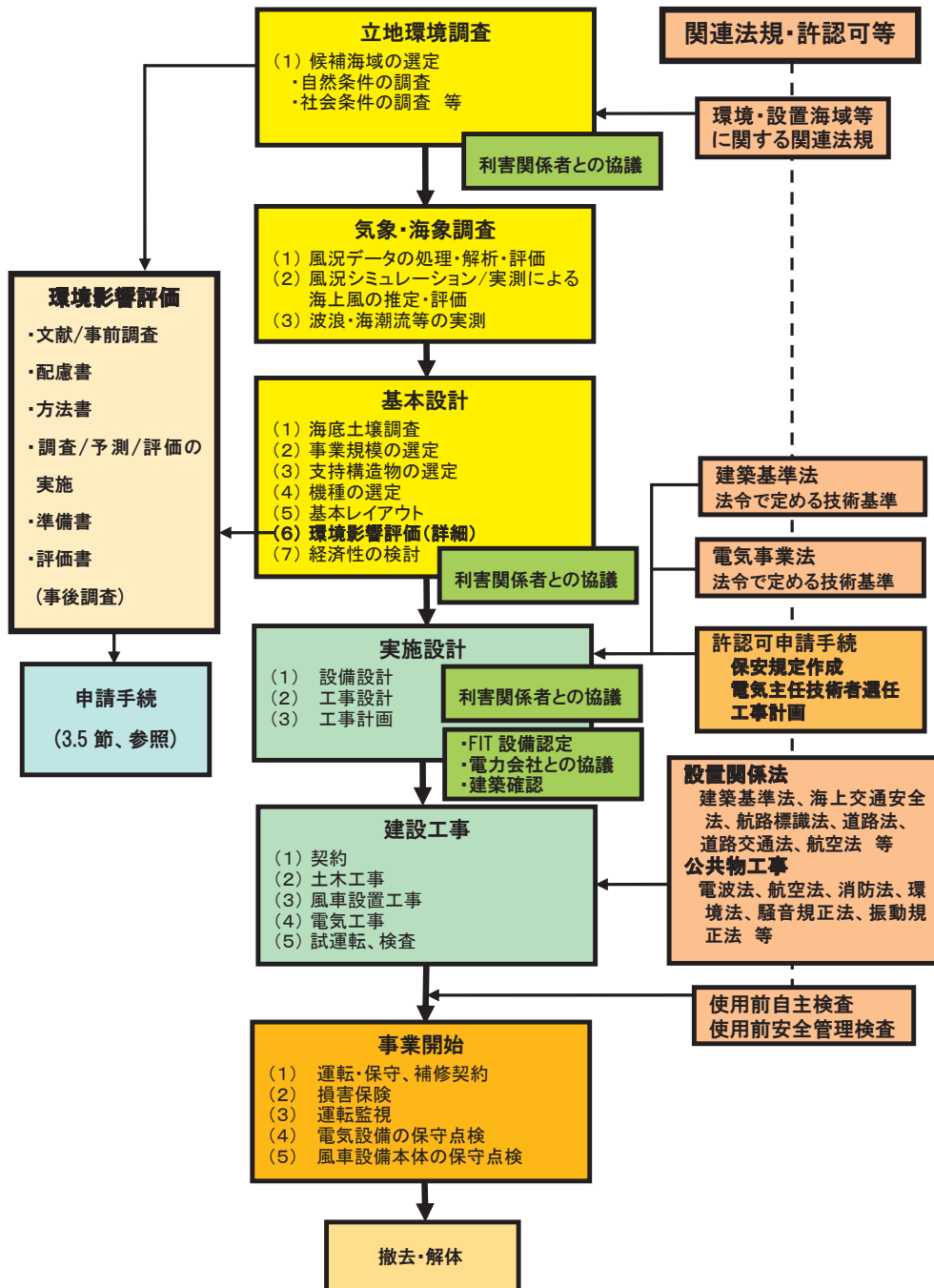


図 3.1-1 洋上風力発電に係る導入の流れ

を示す。また、海域を利用している漁業、海運等に係る利害関係者とは最初の段階から計画書等を作成して説明し、理解を得る努力をすることが重要である。特に、港湾域における洋上風力発電の導入のケースでは、港湾計画等の遂行への影響、港湾の開発・利用又は保全への影響、船舶の航行安全確保への対応等、種々の諸条件を満たす必要があり、船舶航行安全に関する協議会等が設けられて許可を得ることとなる。なお、一般的に電力会社との事前協議は実施設計の段階で行われる。

表 3.1-1 に洋上風力発電の計画から撤去・解体に至るまでのタイムテーブルを掲げる(計画から稼働まで 11 年間)。主要なステージについて想定される実施期間を以下に取りまとめて示す(括弧内は本文の該当する節を表す)。参考までに、海外では洋上風力発電の計画から稼働まで 8～9 年程度を要している。

立地海域調査(3.2 節) : 1 年間

風況条件等の自然条件及び国立公園指定地域、主要航路等の社会条件に係る法令・規制の調査を行い、候補海域を選定する。

気象・海象調査(3.3 節) : 11 年 6 ヶ月間(事業開始後 1 年間、継続実施の計画例)

候補海域において風況観測及び波浪・海潮流観測を行い、そのデータは基本設計及び実施設計に役立てるとともに、事業開始後の運転・保守(維持管理)に有用な情報となり得る。

基本設計(3.4 節) : 1 年 9 ヶ月間

事業化可能性調査の詳細検討も併せて行うもので、海底土壌調査(深淺測量,ボーリング調査等)、事業規模の選定、支持構造物の選定、機種を選定、施設の基本レイアウト、経済性の検討を実施する。

環境影響評価(3.5 節) : 4 年 1 ヶ月間

基本設計と並行して実施するもので、法アセスに準じて文献調査・事前調査を踏まえ、配慮書、方法書、準備書及び評価書について、それぞれ審査を経て取りまとめる(NEDO 環境アセスメント調査早期実施実証事業により短縮化の可能性について検討が行われている)。

実施設計(3.6 節) : 2 年間

主として施設建設のための、設備設計、工事設計及び工事計画を作成する。

建設工事(3.7 節) : 2 年 3 ヶ月間(洋上風力発電施設を 20-30 基建設のケース)

工事等の契約手続、土木工事、風車設置工事、電気工事及び試運転・検査を行う。

事業開始(3.8 節) : 20 年間

運転・保守・補修・損害保険等の契約手続を初め、稼働後には運転監視、電気設備及び風車設備本体の保守点検を行う。

撤去(3.9 節) : 1 年間

20 年間の稼働後に、施設を撤去・解体する。

表 3.1-1 洋上風力発電の計画から撤去・解体に至るまでのタイムテーブル

項目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	31	32
年次														
立地海域調査	濃													
候補海域の選定	濃													
気象・海象調査	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃
基本設計	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃
海床土壌調査	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃
事業規模の選定	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃
支持構造物の選定	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃
機種の選定	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃
基本レイアウト	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃
経済性の検討	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃
環境影響評価調査	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃
文獻調査・事前調査	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃
配慮書	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃
方法書	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃
調査・予測・評価の実施	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃
準備書	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃
評価書	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃
実施設計	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃
設備設計	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃
工事設計	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃
工事計画	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃
FIT設備設定	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃
運系協議	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃
特定契約	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃
許認可	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃
海域開発許可	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃
建築確認	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃
工事計画届	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃
建設準備・工事	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃
事業開始	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃
撤去・解体	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃
利害関係者との協議	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃	濃

(注) ・濃い青色：主要な各ステージ全体の実施期間(気象海象調査は事業開始1日目まで継続実施の計画とした) ・薄い青色：細項目ごとの実施期間

・利害関係者との協議：要所、要所で任意に行うものとする。

・環境影響評価に係る審査：配慮書90日、方法書180日、準備書270日、評価書30日＋縦覧30日を含む。

本節の冒頭には洋上風力発電の導入計画について概要を示し、計画から稼働まで大凡 10 年掛かる工程表を掲げている。このような工程を確保するために、洋上風力発電事業者は、2.3.3 項において示した洋上風力発電の導入に係る 5 つの課題(設置海域、コスト、社会基盤、環境影響評価及び社会受容性)とともに、事業計画を立てる上で事業リスクについて十分な精査が必要で(事業リスクに関連する要因は 3.10.2 項を参照)、その結果を踏まえて導入の意思決定を行うこととなる。ただ、リスク評価に係る要素、例えば波浪予測のように技術的な課題も存在することから、計画時において波浪が原因の既往故障・事故事例から対応策を検討しておくことも重要である。

以上、洋上風力発電事業者が導入意思を固める上で、精査する必要のある課題・リスクにふれたけれども、我が国では、特に海域利用の面で利害関係者との調整が難しいと考えられる。しかし、港湾域では洋上風力発電の導入に向けた国土交通省の取組みにみられるように(2.3.2 項、豆知識 2.3.2-1 を参照)、ここでは円滑な導入が期待される。

国土交通省港湾局・環境省地球環境局(2012)は、「港湾における風力発電について－港湾の管理運営との共生のためのマニュアル－ver.1」において港湾における風力発電(着床式洋上と陸上)の導入手順を提示している(図 3.1-2)。これによれば、港湾管理者が船舶の航行の安全等港湾の管理運営と風力発電との共生を図る観点での検討を行った上で、風力発電の適地の選定、そして適地の港湾計画等への位置づけを行われ、港湾管理者の公募により風力発電事業者が決定される。採択された風力発電事業者は風況観測、環境影響評価、設計といった一連の流れに沿って調査を進めることとなる(図 3.1-3)。風力発電事業者にとって港湾域における風力発電の導入が魅力的な理由として、図 3.1-2 に掲げられているように、国・地方の関係機関、電力会社、水産業関係者、地域の自治会等から成る再生可能エネルギー導入検討協議会(仮称)が設けられ、許認可手続きの円滑化や事業化支援・フォローアップ等の支援が期待できるからである。このようなことから、当面、洋上風力発電の導入は、風力発電にとって比較的風況条件の良い港湾を中心に進むものと考えられる。

なお、国土交通省港湾局では風力発電の円滑な導入を進めるため、船舶航行の安全性、施設の安全性、維持管理計画、緊急時対応計画等に関する「港湾における洋上風力発電施設等の技術ガイドライン(案)」を公表している(2.3.2 項、豆知識 2.3.2-1 を参照)。

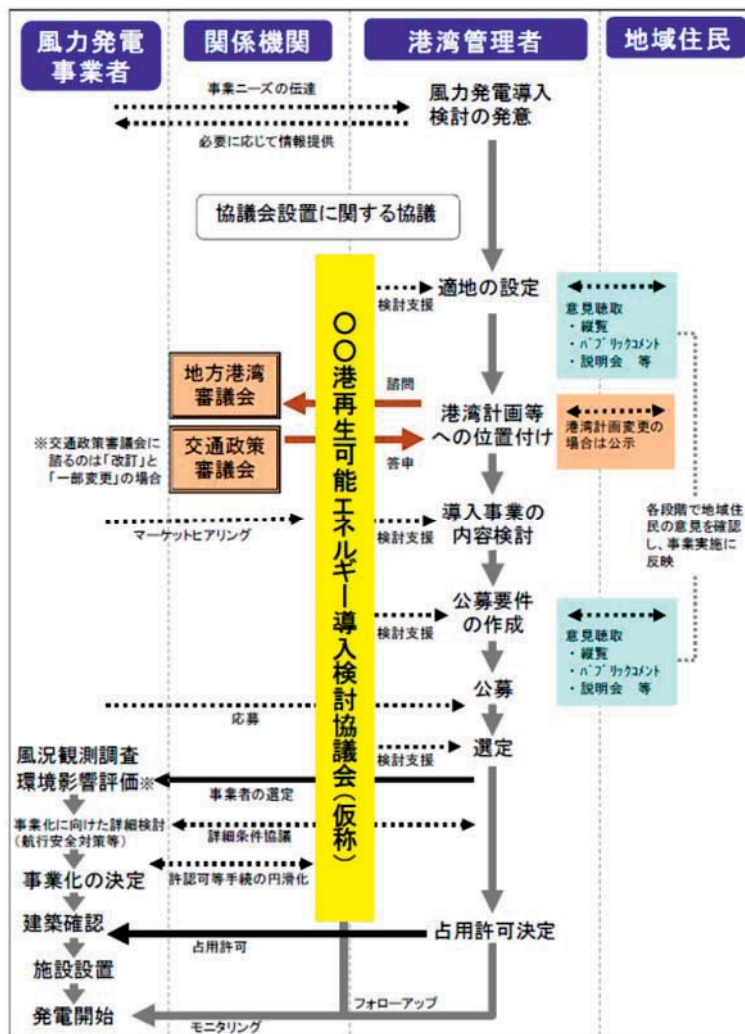
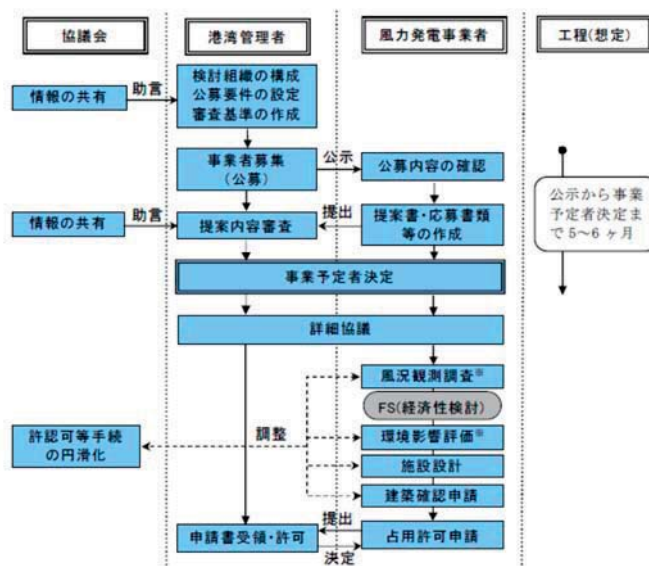


図 3.1-2 港湾における風力発電の導入手順(国土交通省港湾局・環境省地球環境局. 2012)



(国土交通省港湾局・環境省地球環境局.2012)

図 3.1-3 港湾における風力発電の公募と選定の流れ

3.2 立地海域調査

洋上風力発電導入の検討に当たっては、重要な外部条件として良好な風況が期待される有望海域について、風況条件等の自然条件に係る実態及び国立公園指定地域、主要航路等の社会条件に係る法令・規制等の調査を踏まえて、候補海域を選定する。

3.2.1 自然条件

風力発電事業にとって最も重要な基本的条件は、風況があげられるが、その他、風車の運転に支障を及ぼす可能性のある特徴的な落雷等の気象条件、また風車の建設、維持管理等に関係する海象条件、及び海生生物に関する調査が必要である。

(1) 気象

気象に係る項目として、風況、台風及び冬季雷を取り上げた。

1) 風況

有望地域の抽出には、図 2.2.2-1 に例示したような風況マップを活用する。同マップは海面上 80m における年平均風速を示しているが、洋上風力発電においては年平均風速が 7m/s 以上の海域を対象として、その占有面積が大きな海域、あるいは風速階級の高い海域が連なっている海を抽出することが望ましい。

選定した有望海域について、海上風の観測を行っている既往調査資料の収集に努めることになるが、陸上と異なり洋上での実測データはほとんどないと言っても過言ではない。沿岸海域において、海上にプラットフォームを設けて気象・海象観測を行っているサイトはこれまで 6 箇所あったが、現在も継続して観測している施設は、港湾空港技術研究所の「波崎海洋研究施設」、東京大学海洋アライアンス機構の「波浪等観測塔」、京都大学防災研究所の「白浜海象観測所」及び佐賀大学の「有明海観測タワー」の 4 箇所である(表 3.2.1-1)。

表 3.2.1-1 海洋観測塔による海上風観測機関の一覧

機関	プラットフォームの名称	設置海域	設置水深	観測期間
港湾空港技術研究所	波崎海洋研究施設	茨城県神栖市 須田浜地先427m	約7m	1986年～
東京大学 海洋アライアンス機構	波浪等観測塔	神奈川県平塚 虹ヶ浜沖1km	水深20m	1965年～ (2009年7月1日、防災科学技術研究所から東京大学に移管)
国土交通省中部地方建設局 静岡河川工事事務所	駿河海洋観測所	静岡県大井川河口 沖合250m	水深6m	1986-2003年 (現在は撤去)
運輸省大阪航空局 第三港湾建設局	MT局	大阪湾泉南沖合6km	約15m	1978-1982年 (現在は撤去)
京都大学防災研究所	白浜海象観測所	和歌山県白浜湾湾口	水深24m	1960-1995年(撤去) 1993年～(高潮観測塔新設)
佐賀大学	有明海観測タワー	有明海 沖合7000m	水深8m	1979-2003年 (撤去：国土交通省九州地方建設局) 2006年3月に新設

その他、海上風が実測されている施設は、表 3.2.1-2 に示すように、地方自治体の漁海況予報や浮魚礁等の水産関連施設があるが、静岡県水産技術研究所を除いて、他の機関では現在もデータが取得されている。但し、青森県水産総合研究センターと愛知県水産試験場の施設は水深 49m 以浅に設置されているが、他の施設は水深 120m～750m の海域での設置となっている。

表 3.2.1-2 水産関連機関による海上風観測施設の一覧

機 関	施設名称	設置海域			設置水深 (m)	観測期間
		海域	緯度 (N)	経度 (E)		
青森県水産総合研究センター	陸奥湾海況自動観測システム	東湾ブイ	41° 06' 15"	140° 57' 46"	49	1974年～
神奈川県水産技術センター	城ヶ島沖浮魚礁観測ブイ	城ヶ島南西沖 約8km	35° 05' 25"	139° 32' 24"	650	1994.3～ (2006.7建替え, 2008.12事故 破損, 2010.10修理済稼働中)
静岡県水産技術研究所	マリンロボ1号	御前崎沖	34° 23' 47"	138° 19' 06"	120	1998.10-2010.8(撤去)
	マリンロボ2号	遠州灘沖	34° 28' 36"	137° 47' 08"	690	2000.3-2009.4(撤去)
	マリンロボ3号	波勝崎沖	34° 42' 27"	138° 40' 01"	470	2001.3-2012.5(撤去)
	マリンロボ4号	稲取沖	34° 41' 03"	139° 02' 16"	245	2002.4-2012.5(撤去)
愛知県水産試験場	海況自動観測1号ブイ	三河湾(蒲郡)	34° 44' 36"	137° 13' 13"	10	1991年～
	海況自動観測2号ブイ	三河湾(吉良)	34° 44' 42"	137° 04' 19"	10	1991年～
	海況自動観測3号ブイ	三河湾(湊美)	34° 40' 30"	137° 05' 49"	13	1991年～
高知県水産試験場	黒潮牧場ブイ 10号	室戸沖	33° 01' 17"	134° 07' 20"	750	2001年～
	黒潮牧場ブイ 12号	高知沖	33° 07' 11"	133° 37' 11"	560	2001年～
	黒潮牧場ブイ 13号	足摺沖	32° 22' 51"	132° 51' 52"	710	2001年～

国土交通省の港湾空港技術研究所を初め、港湾局関係機関により構築・運用されている全国港湾海洋波浪情報網(NOWPHAS: Nationwide Ocean Wave information network for Port and HArbourS)には、1998年当時、87箇所では風の観測が行われていた(菅原ら, 1999)。観測機器は、主に港湾事務所棟の屋上に設置されているケースが多く、そのデータの利用に際しては障害物の有無等、周辺環境を調査する必要があるが、永井(2002a)はこれらの港湾施設における風観測データを用いて我が国沿岸域の洋上風の特徴を取りまとめている。よって、信頼できるデータは永井が抽出した 35 箇所(港湾以外の MT 局を含む)と、港湾局で観測地点が設けられている GPS 津波計による海上風観測サイト及び東京港東京灯標サイトも併せた観測地点と考えられる(表 3.2.1-3)。なお、表中の備考欄に「海上」と記載しているのは海上で観測されたものであるが、現在では埋立てられたサイトも存在するものと思われる。

さらに、国土交通省河川局は、1956年から海象に関する調査の中で、56箇所のサイトにおいて風況観測を実施しているので、収集データの一つに挙げることを薦めたい。その統計値は「海象年表 25 年統計」として加藤(2005)が取りまとめている。

表 3.2.1-3 永井(2002a)が沿岸域の洋上風の特性解析に利用した NOWPHAS サイト及び GPS 波浪計のサイト等の一覧

機関	地点名	設置海域		観測高 (地上高:m)	観測期間	備考	機関	地点名	設置海域		観測高 (地上高:m)	観測期間	備考
		緯度(N)	経度(E)						緯度(N)	経度(E)			
国土交通省港湾局 関係機関	宿萌	43° 56' 17"	141° 37' 48"	13.35	1996.1~	陸上	国土交通省港湾局 関係機関	新潟沖	38° 00' 18"	139° 06' 55"	17.60	1996.1~	海上
	瀬棚	42° 27' 06"	139° 51' 02"	15.00	1996.1~	陸上		玄界灘	33° 54' 38"	130° 27' 30"	24.60	1998.1~	海上
	秋田	39° 45' 00"	140° 02' 59"	10.00	1996.1~	陸上		第二海峯	35° 18' 43"	139° 44' 28"	7.00	1996.1~	海上
	伏木富山	36° 46' 27"	137° 06' 39"	10.00	1999.9~	陸上		アシカ島	35° 12' 44"	139° 44' 10"	13.50	1998.5~	海上
	輪島	39° 24' 19"	136° 53' 53"	10.00	1996.1~	陸上		神戸	34° 38' 51"	135° 16' 36"	14.00	1997.1~	海上
	壺島	33° 59' 55"	130° 48' 38"	24.60	1996.1~	陸上		小松島	34° 02' 24"	134° 38' 37"	15.40	1997.1~	海上
	伊王島	32° 42'	129° 51'	8.00	1996.1~	陸上		荊田	33° 48' 02"	131° 04' 37"	9.00	1997.1~	海上
	名瀬	28° 22' 54"	129° 29' 44"	13.17	1996.1~	陸上		宮崎 *0	31° 49' 13"	131° 34' 55"	35.50	1997.1~	海上
	那覇	26° 14' 32"	127° 41' 15"	14.50	1996.1~	陸上		MT局 *1	34° 25' 54"	135° 11' 52"	18.00	1878-1982	海上
	紋別	44° 21' 09"	143° 21' 46"	15.00	1996.1~	陸上		青森西海岸沖	40° 46' 54"	139° 56' 15"	125 *2	2010.7~	GPS波浪計
	十勝	42° 18' 06"	143° 19' 10"	10.50	1997.1~	陸上		秋田県沖	40° 12' 38"	139° 39' 40"	104 *2	2010.8~	GPS波浪計
	むつ小川原	40° 55' 33"	141° 23' 13"	12.00	1996.1~	陸上		山形県沖	38° 58' 29"	139° 36' 02"	104 *2	2010.7~	GPS波浪計
	八戸	40° 33' 31"	141° 24' 07"	12.00	1996.1~	陸上		青森東岸沖	40° 38' 00"	141° 45' 00"	87 *2	2008.3~	GPS波浪計
	久慈	40° 13'	141° 50'	15.00	1999.3~	陸上		岩手北部沖	40° 07' 00"	142° 04' 00"	125 *2	2009.2~	GPS波浪計
	釜石	39° 16' 07"	141° 53' 05"	20.00	1996.3~	陸上		岩手中部沖	39° 37' 38"	142° 11' 12"	200 *2	2008.3~	GPS波浪計
	石巻	38° 24' 40"	141° 15' 48"	11.00	1996.1~	陸上		岩手南部沖	39° 15' 31"	142° 05' 49"	204 *2	2007.4~	GPS波浪計
	仙台新港	38° 16' 00"	141° 01' 31"	12.00	1996.1~	陸上		宮城北部沖	38° 51' 28"	141° 53' 40"	160 *2	2008.3~	GPS波浪計
	常陸那珂	36° 23' 29"	140° 36' 47"	29.50	1996.1~	陸上		宮城中部沖	38° 13' 57"	141° 41' 01"	144 *2	2007.3~	GPS波浪計
	鹿島	35° 55' 59"	140° 41' 23"	10.00	1996.5~	陸上		福島県沖	36° 58' 17"	141° 11' 08"	137 *2	2009.3~	GPS波浪計
	塩津	33° 18' 10"	134° 08' 47"	16.90	1999.8~	陸上		静岡御前崎沖	34° 24' 12"	138° 16' 30"	120 *2	2009.2~	GPS波浪計
高知	33° 31' 12"	133° 35' 46"	10.00	1999.9~	陸上	三重尾鷲沖	33° 54' 08"	136° 15' 34"	210 *2	2008.2~	GPS波浪計		
上川口	33° 02' 22"	133° 03' 26"	10.00	1999.9~	陸上	和歌山南西沖	33° 38' 32"	135° 09' 24"	201 *2	2007.12~	GPS波浪計		
中城	26° 20'	127° 50'	10.70	1996.1~	陸上	徳島海陽沖	33° 27' 38"	134° 29' 48"	430 *2	2010.1~	GPS波浪計		
平良	24° 48' 29"	124° 16' 39"	14.00	1996.3~	陸上	高知西部沖	32° 37' 52"	133° 09' 21"	309 *2	2007.11~	GPS波浪計		
石垣	24° 20'	124° 09'	16.00	1996.3~	陸上	東京都港湾局	東京港東京灯標	35° 33' 46"	139° 49' 53"	14 *2	1969.4~		
酒田	39° 00' 31"	139° 46' 43"	19.20	1996.1~	海上								

*0: 宮崎は現在、NOWPHASの地点から撤去されている。
 *1: MT局はNOWPHASのデータではなく、関西空港建設のための観測塔で現在は撤去されている(表3.2.1-1に掲載)。
 *2: GPS波浪計/東京灯標の観測高欄の数値は設置水深を表す。風向風速計は海面上の約6.5m(GPS), 10m(灯標)。

収集すべき風況データは、風向・風速の1時間値で、少なくとも月別の平均風速と年間の風向出現率を把握できるものとする。収集するデータの期間は、最低でも1年間は必要であるが、気象学的なトレンドを考慮するためには、過去10年間以上の月平均風速や年平均風速のデータを収集することが望ましい。

収集データのほとんどが陸上で観測されたものであることから、有望海域における海上風はそのデータを基に風況シミュレーションにより推定し(詳細は3.3.1項を参照)、年平均風速、風力エネルギー取得量、卓越風向等を解析・評価する。有望海域の風況の目安として、年平均風速が7.0m/s以上(海面上80m高)あれば、良好と判断する(設備利用率で30%以上)。

なお、風況データの利用には以下に示す情報を併せて入手すべきである。

- ・ 観測地点周辺の立地条件(土地利用、地形条件、障害物)
- ・ データの取得地点と有望海域の位置関係(距離や地形条件)
- ・ 観測に係る履歴(観測地点の移設の有無、観測機器の変更等)
- ・ 観測方法(使用機器、サンプリング時間等)
- ・ 観測高度
- ・ 観測期間
- ・ データの記録方法(平均化時間、記録器の種類等)
- ・ データの取得状況(欠測データの有無等)

2) 台風

台風は、前線を伴わない最大風速 17.2m/s(34knots)以上の熱帯低気圧を言い、風力発電システムのカットアウト風速以上の風速を伴う場合が多い。風力発電システムは国産、海外製品ともに規格(IEC 61400-1, JIS C 1400-1)に則って設計されているが、台風やハリケーン等による強風に対する仕様は IEC TC88MT01 において、日本から T クラス(V_{ref} :57.5m/s)として提案中である。

台風が直接通過・上陸する沖縄地方や九州・四国地方で風車を導入する場合はあらかじめ周辺地域を含めた過去の最大風速(10 分間平均値)または最大瞬間風速(3 秒間の平均値:0.25 秒間隔の計測値 12 個の平均値)の 50 年再現期待値等を考慮するのが望ましい。

3) 冬季雷

一般的な雷の発生メカニズムは、雷雲中であられや氷の粒が激しくぶつかり合い、大きなあられにはマイナスの電荷が帯電して重力により下方に移動し、小さな氷の粒にはプラスの電荷が帯電して上昇気流の作用で上方に運ばれて雷雲が形成される。電荷の蓄積量が一定の値を超えると、雷雲中あるいは雷雲間で雷放電が起こり、雷雲中の電荷と地表に誘導される反極性の電荷との間で起こると落雷となる(図 3.2.1-1)。

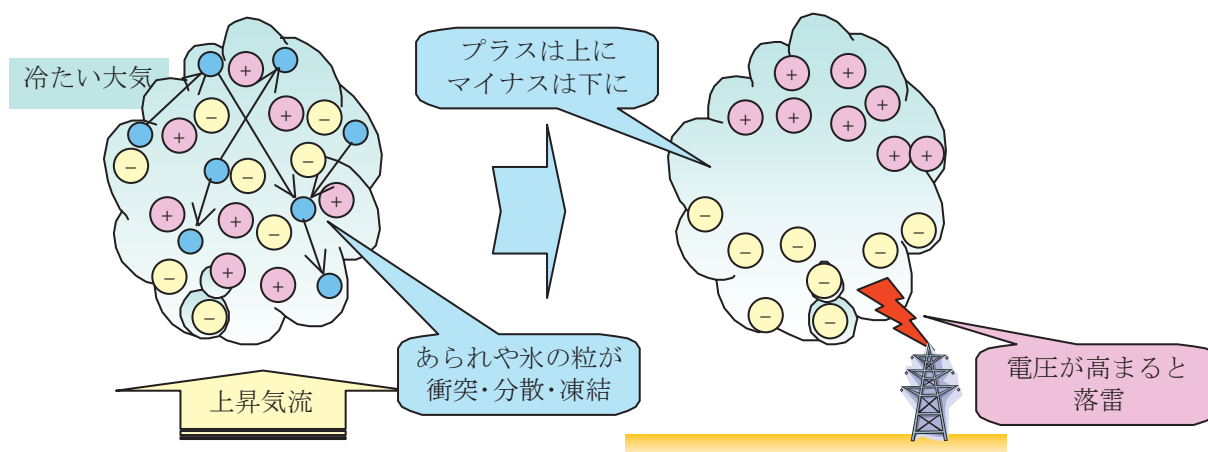


図 3.2.1-1 積乱雲の生成と落雷 (NEDO, 2008)

一方、冬季雷はシベリア寒気団の強風が日本海上を吹き抜けることにより、地上 100～数 100m の所で電荷分離が行われる。大地放電は雲底が低いため途中で遮断されることが無く、一回で雲の全電荷が放電されてしまうことが多く、エネルギーが非常に大きくなる(図 3.2.1-2)。

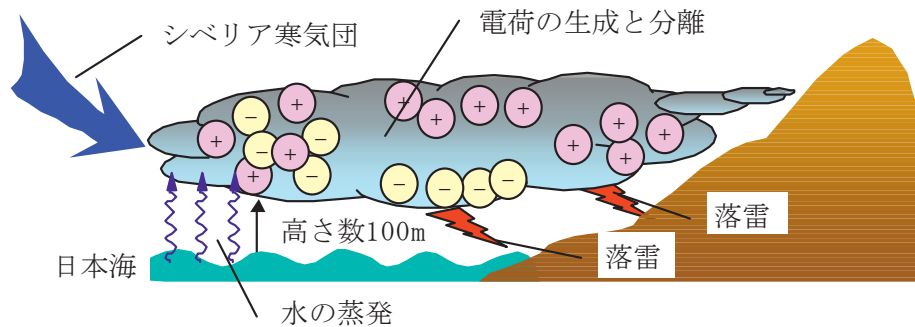


図 3.2.1-2 冬季雷の発生メカニズム (NEDO, 2008)

風力発電設備の大型化(ブレードの最先端までの高さ：120-130m(2MW機))に伴い、落雷被害が増加している。風車の故障事故発生要因として自然現象の中で約80%が落雷によるもので(NEDO,2010)、風力発電事業に大きな影響を与えている。

NEDOは、2005(平成17)年度～2012(平成24)年度に落雷保護対策技術の確立を目的として、長期の雷観測及び落雷対策の検討を行った。観測から681件の電流波形データが観測され、その内、国際規格の電荷量(保護レベルI:300C)を超える27件の落雷を計測している。エネルギーの大きい雷(一般的には正極雷もしくは上向き雷)が必ずしも大被害をもたらすとは一概には言えないが、冬季、日本海側の地域において落雷被害が多い事実がある(落雷リスクマップ：図3.2.1-3)。これを踏まえ、落雷の特徴(落雷頻度、電荷量等)と地形の特徴(標高、海岸からの距離等)の高精度落雷リスクマップが検討されている。

直撃雷は、ブレードの損傷を招く恐れがあるとともに、風力発電システムの絶縁強度をはるかに超えるため、レセプタやダウンコンダクター(内部の導線)を改良し、電気・制御部品等の保護は十分検討する必要がある。また、誘導雷による異常電圧が線路の基準衝撃絶縁強度を超えて、配電用変圧器をはじめ開閉器類の絶縁破壊、インバータの損傷、ヒューズ溶断等の雷害を招くことがある。

海域における落雷の実態は不明なことが多いので、事業者は計画時に有望海域近傍の地域における年間雷雨日数(IKLマップ)等を参考にして落雷リスクについて検討を要する。

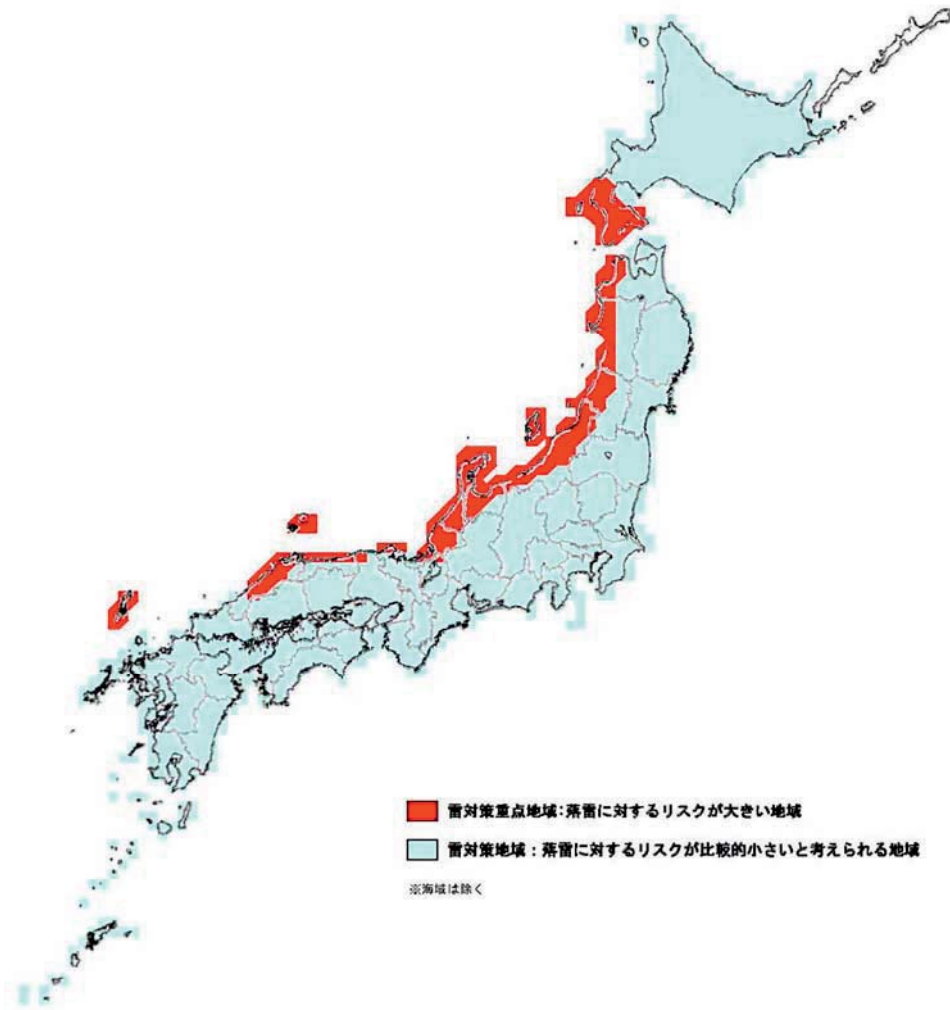


図 3.2.1-3 落雷リスクマップ (NEDO, 2012)

(2) 海象

海象に係る項目として、海底地形・水深、底質、海潮流、波浪及び海水を取り上げた。風力発電事業者にとって、これらは支持構造物の選定、設置・運搬あるいは維持管理に要する船舶の稼働率等に関する検討項目である。

1) 海底地形・水深

洋上風力発電の導入海域は、陸棚縁辺(大陸棚外縁)である水深 200m位*までがコスト面から適用海域と考えられる(着床式：0～50/60m、浮体式：50/60m～200m)。沿岸の低潮線から深海に向かって傾斜が最大となる縁辺までの海域を大陸棚と総称されているが(佐藤,1970)、我が国において大陸棚の発達した海域とそうでない海域がある。これは、地殻運動による隆起と沈降、また波浪や海潮流による浸食・堆積作用等の結果として、海岸地形とともに現在の大陸棚が形成されている。

表 3.2.1-4 は、水深帯別海域面積と平均離岸距離を示す(図 3.2.1-4、参照)。水深 20m 以浅の海域面積は、日本の国土面積の約 1 割(30,880km²)、平均離岸距離は、約 900m となる。同様

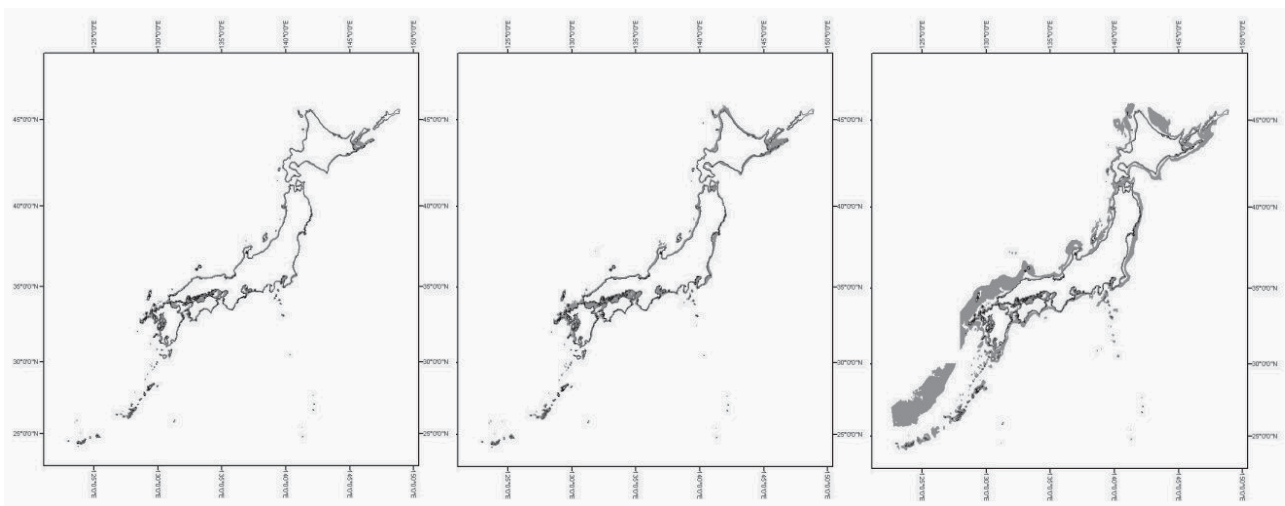
* 水深 200m を大陸棚外縁とするのは、あくまで便宜的なもので海域によって外縁の水深は異なる。

に、水深 20-50m の海域面積は 49,850km²、平均離岸距離は約 2,300m、水深 50-100m の海域面積は 79,740km²、平均離岸距離は約 6,600m である。以上から、水深 50m 以浅の海域面積は約 8 万 km² で、離岸距離は平均して 2km 程度であるが、風速条件を勘案した着床式洋上風力発電の適用海域の面積は、これよりも狭い(表 3.2.1-7,参照)。これは、2.2.2 項で述べているように、我が国の海底地形の特徴として急峻であることの証左である。

表 3.2.1-4 日本の水深帯別の海域面積と平均離岸距離

海 域		面積 (km ²)	平均離岸距離 (km)
水深帯 (m)	0-20	30,880	0.89
	20-50	49,850	2.32
	50-100	79,740	6.61

注) 国土面積 : 377,720km²



(a)0m~30m

(b)0m~50m

(c)0m~30m&100m~200m

図 3.2.1-4 日本周辺海域における水深図(J-EGG500ver. 99-06, 日本海洋データセンター)

電力会社の関西電力、中部電力及び東京電力管内の沿岸(瀬戸内海、伊勢湾、東京湾は除く)の等深線 20m と 50m の最大離岸距離(地図と海図による凡その読み値)を表 3.2.1-5 に示す。等深線 20m の最大離岸距離は、最大でも千葉県旭市南沖の約 10km であり、多くの沿岸では 5km 以内であることがわかる。等深線 50m の最大離岸距離では、旭市近傍の九十九里浜沖で 26km が最長の他、10km 以上の海岸は和歌山県海南市沖、静岡県御前崎市南東沖、茨城県銚田市沖、石川県羽咋市沖に認められるが、10km 未満の海域が多い。一般的に日本は、海底勾配の急な海岸が多いと言われているように、海底勾配が 2%を超える海域が多いものの、約 1%の緩勾配の海域も前述の海域の他、北海道北部海岸、仙台湾周辺海岸、新潟西海岸、秋田県本庄海岸、山口県海岸等に存在する。

表 3.2.1-5 関西電力、中部電力及び東京電力管内における海底地形性状

海区	都道府県	等深線20m/50mまでの最大離岸距離(km)			
		20m	場所	50m	場所
太平洋側	和歌山県	4	海南市	12	海南市
	三重県	7	志摩市南沖	8	志摩市南沖
	静岡県	4	御前崎市東沖	10	御前崎市東沖
	神奈川県	3	鎌倉市沖	5	鎌倉市沖
	千葉県	10	旭市沖	26	九十九里浜沖
	茨城県	5	鉾田市沖	18	鉾田市沖
日本海側	兵庫県	2	香美町沖	4	香美町沖
	京都府	2	京丹後市沖or 由良川河口沖	7	由良川河口沖
	福井県	3	小浜湾内	7	高浜町沖
	石川県	4	羽咋市沖	10	羽咋市沖
	富山県	3	新湊市沖	3	新湊市沖
	新潟県	3	柏崎市沖or 新潟市沖	8	村上市沖

注) 離岸距離は「東京湾至犬吠埼海図, 海上保安庁」、「犬吠埼至塩屋崎海図, 海上保安庁」、「日本地図帳, 昭文社」の大凡の読み取り値

事業計画の検討に際しては海底地形の勾配にも留意し、洋上風力発電機の設置場所や支持構造物の選定を行う必要がある。海上保安庁水路部から発行されている我が国沿岸海域の「海の基本図(海底地形図)」等は容易に入手可能である。

2) 底質

底質とは、水底を構成する岩および堆積物の総称である。図 3.2.1-5 は日本周辺海域の底質分布図である。沿岸域は、概して砂質の海域が多いけれども、瀬戸内海では粘性土(泥質)の海域が比較的多く見受けられるのは同海が閉鎖性海域のため海水交換が劣っていることや、海峡や瀬戸を除き流動が緩慢なことによると考えられる。表 3.2.1-6 に水深 200m までの日本周辺海域における水深帯別・底質別海域面積とその割合を掲げる。同表から日本周辺海域における底質は砂質が最も多く、次いで泥質、岩質の順となることが認められ、これは水深帯が異なっても同様な傾向にあることが分かった。イー・アンド・イーソリューションズ(2013)は、年平均風速 7m/s 以上、海底の最大傾斜角 3° 以下の海域を取り上げ、底質別・水深大別の面積を算出している(表 3.2.1-7)。同表に示されるように、ここでも砂質の面積が最も大きい結果となっている。

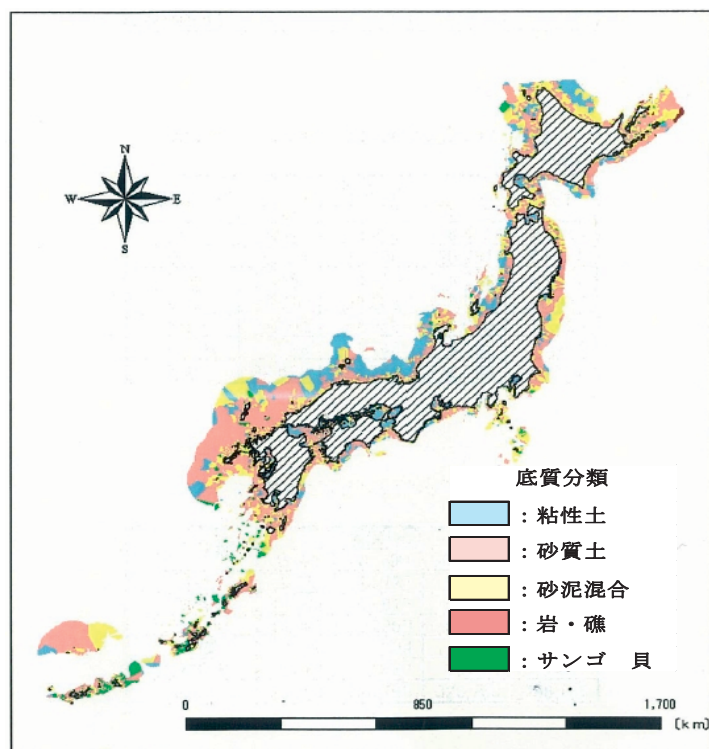


図 3.2.1-5 日本周辺海域の底質分布図

表 3.2.1-6 日本周辺海域の底質別・水深帯別海域面積(水深 0-200m)

項目	水深0-20m		水深20-50m		水深50-100m		水深100-200m	
	面積(km ²)	割合(%)	面積(km ²)	割合(%)	面積(km ²)	割合(%)	面積(km ²)	割合(%)
砂質	17,010	53.0	27,222	57.1	84,216	70.9	171,646	76.6
泥質	9,011	28.1	10,755	22.6	21,285	17.9	40,978	18.3
岩質	6,081	18.9	9,676	20.3	13,305	11.2	11,372	5.1
合計	32,102	100.0	47,653	100.0	118,806	100.0	223,996	100.0

データの出典：日本近海底質図(全国漁業協同組合連合会, 1977)

表 3.2.1-7 日本周辺海域の年平均風速 7m/s 以上の海域における底質別・水深帯別面積
(イー・アンド・イーツリユーションズ, 2013)

底質	水深帯別海域面積(km ²)		合計
	30m以浅	31-60m	
岩質	2,177	2,939	5,117
砂質	6,963	11,223	18,186
泥質	348	1,372	1,720
合計	9,488	15,535	25,023

注) 離岸距離30km以内、最大傾斜角3°以下の海域

底質は、海上保安庁水路部発行の我が国沿岸海域の「海の基本図(地質構造図)」、(独)産業技術総合研究所 地質調査総合センター発行の「海洋地質図」等入手して検討するものの、これらの底質データは表層の地質性状であったり、有望海域のポイントデータがない場合もある。支持構造物の選定等には、基本設計の段階においてボーリング調査が必要である。

3) 波浪

波浪数値モデル(WAM:WAVE Model)を用いて、日本周辺海域における波浪(波高と周期)を推算した結果を示す。なお、波浪推算に係る条件は下記の通りである。

1. 使用モデル：WAM モデル(後述の概要を参照)
2. 計算領域：北緯 60° ～ 10° 、東経 110° ～ 160°
3. 格子間隔： 0.5°
4. タイムインターバル：1 時間
5. 計算要素：平均有義波高/平均有義波周期(1999 年の 1 年間)、格子点別最大有義波高/最大有義波高出現時の有義波周期(1990-1999 年の 10 年間)

平均有義波高と平均有義波周期の分布図(1 年間の波浪推算結果の平均値)を図 3.2.1-6 に掲げる。平均有義波高と平均有義波周期は、日本海側よりも太平洋側で波高が高く、且つ周期が長い傾向が認められる。同様に、図示していないが、格子点別最大有義波高及び最大有義波高出現時の有義波周期も同じ傾向を呈し、太平洋側の高い波高や長い周期の海域は台風の経路と関連があるようである。

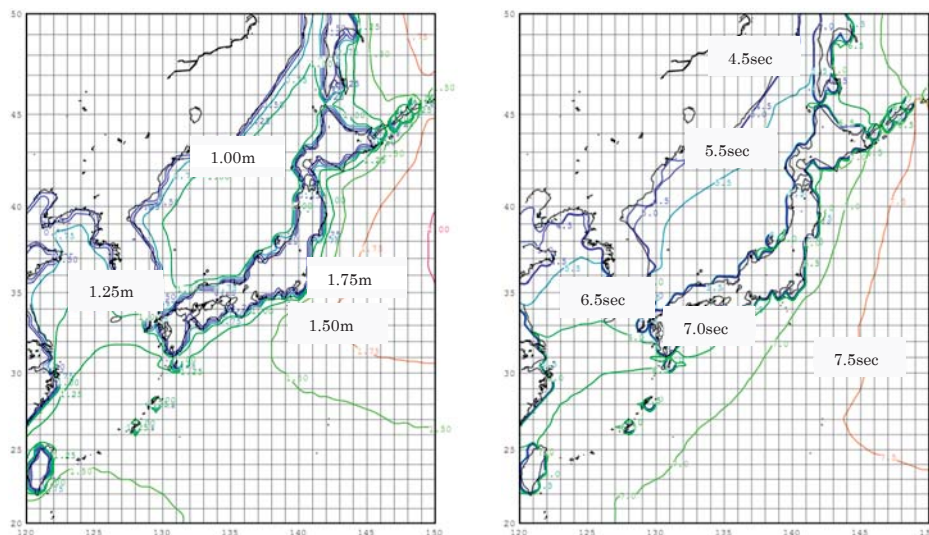


図 3.2.1-6 平均有義波高(左図)及び平均有義波周期(右図)の分布図(NEDO ら, 2008)

日本周辺海域の波浪観測所における平均有義波高と平均有義波周期を図 3.2.1-7、また既往最大有義波高と既往最大有義波周期を図 3.2.1-8 にそれぞれ示す。両図から、一般的に有義波高と有義波周期は日本海側よりも太平洋側で大きな傾向を呈している。

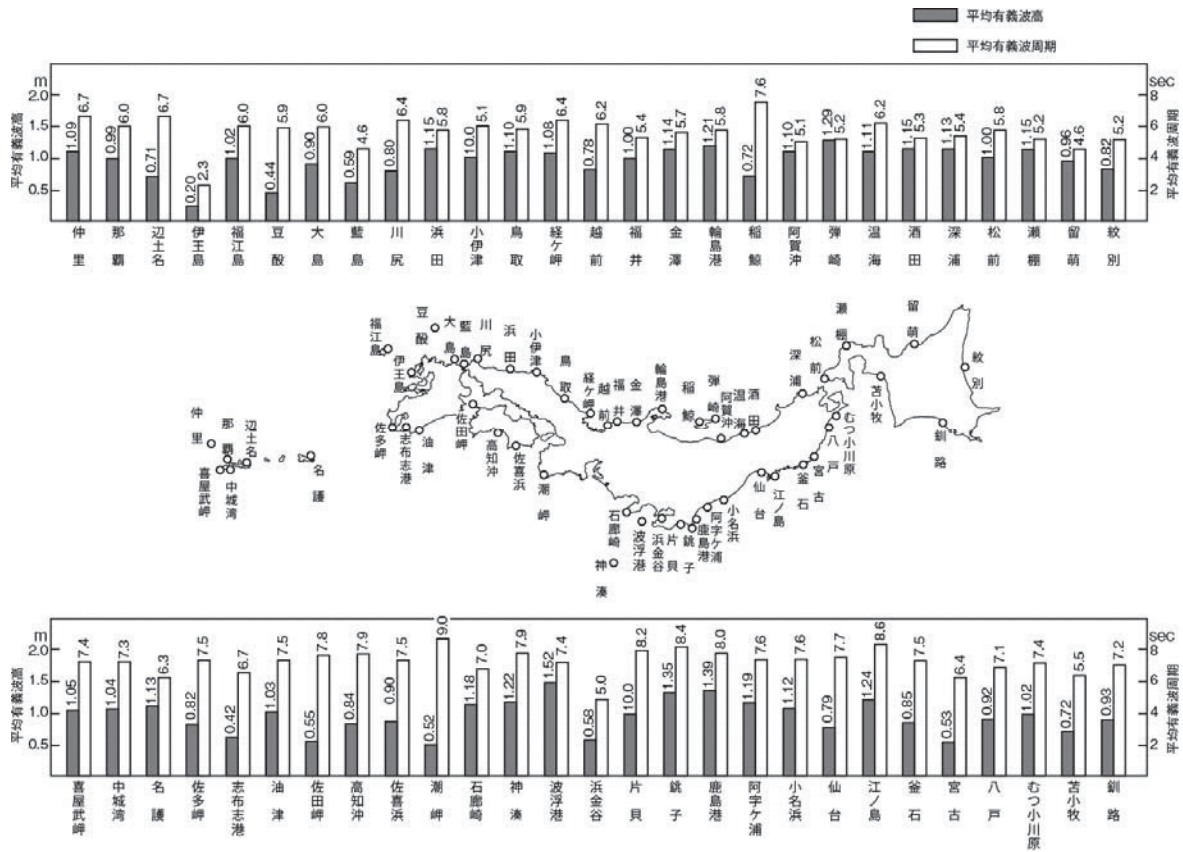


図 3.2.1-7 日本沿岸各地の累年平均の有義波高と有義波周期(磯崎, 1990)

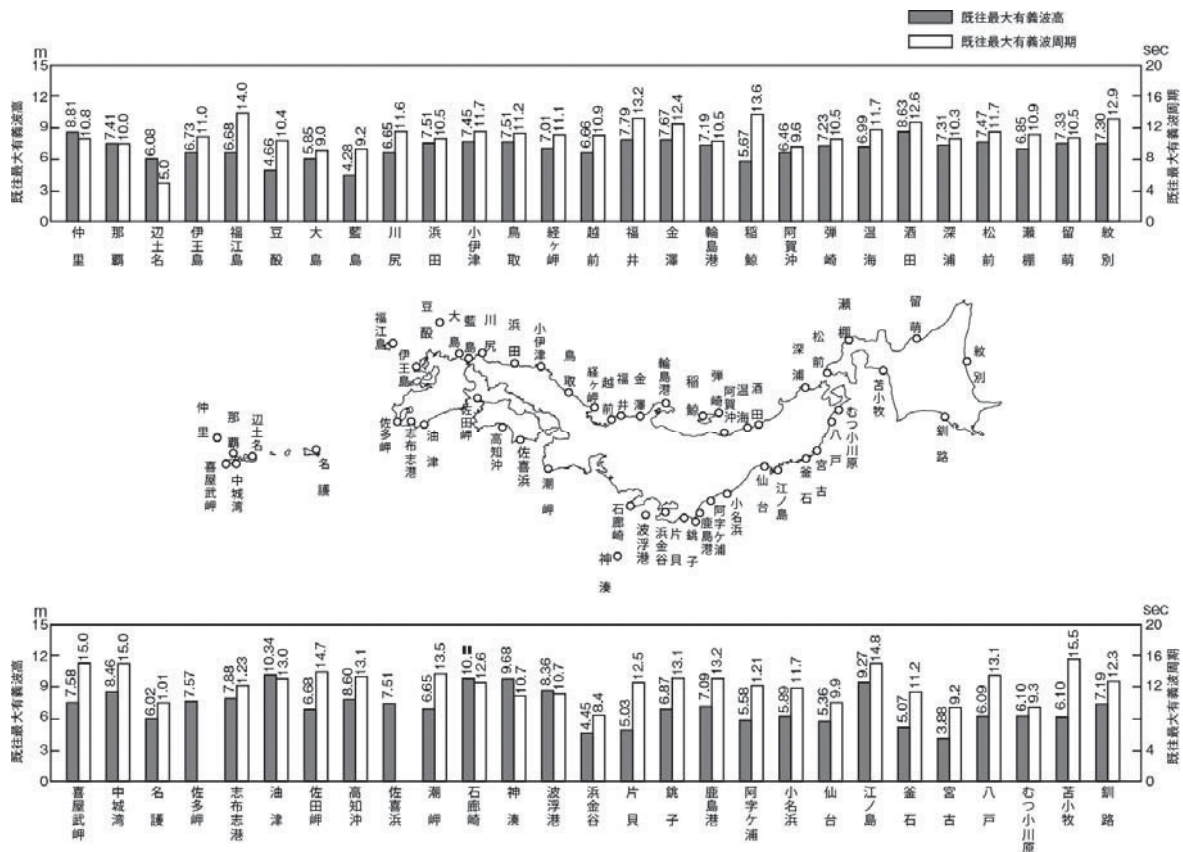


図 3.2.1-8 日本沿岸各地の既往最大の有義波高と有義波周期(磯崎, 1990)

図 3.2.1-7 に示すように、太平洋側の平均有義波高と平均有義波周期は関東地方の沿岸で波高が高く、周期の長いことが認められる。また、日本海側では新潟県佐渡島弾崎や能登半島の輪島港で局所的に波高が高く、これより南北の沿岸では波高が小さくなる傾向がみられる。太平洋側と日本海側の波高の相違は有効フェッチ(吹走距離)の長短に関連するものと考えられ、波浪特性から日本海では「風浪」が卓越し、太平洋側では“うねり”が発達することが指摘されている(杉本・近澤,1980)。

既往最大の有義波高と有義波周期についても、概して日本海側よりも太平洋側で大きい傾向を呈している(図 3.2.1-8)。太平洋側では、宮崎県油津の 10.34m(13.0sec)、静岡県石廊崎の 10.15m(12.6sec)、御蔵島神湊の 9.68m(10.7sec)の事例が 10m 前後の波高となっており、いずれも台風通過時に発生している。日本海側では島根県浜田以北の観測所の多くの波高が 7m 台で、中でも山形県酒田港の 8.63m(12.6sec)が最大となっており、これらは冬の季節風時の観測値である。また、山陰から九州西岸にかけての既往最大有義波高は 5-6m と小さい。これは冬季の北西風の吹送距離が短いこと、水深が浅いことから波浪が十分に発達しないことに依っている。

前述の(1)気象の 1)風況で紹介しているが、波浪に関する実測データは、日本周辺海域で数多く実施されている。全国港湾海洋波浪情報網(NOWPHAS)は、沖合に設置されている GPS 波浪計を含めて、2012 年 12 月現在、全国 75 地点(主として港湾域)で波浪観測が行われている(図 3.2.1-9)。また、国土交通省河川局において全国 47 箇所(主として港湾域)で波浪観測が実施されており、気象庁においても、現在、6 箇所(主として港湾域)で波浪観測(全地点ともにレーダ式波浪計)が行われている(表 3.2.1-8)。

表 3.2.1-8 気象庁における波浪観測地点

観測地点	所在地	緯度(N)	経度(E)	観測期間	備考
上ノ国	北海道檜山郡	41° 48' 09"	140° 04' 16"	2012.5.10～	
唐桑	宮城県気仙沼市	38° 51' 30"	141° 40' 25"	2012.12.19～	
生月島	長崎県平戸市	33° 26' 23"	129° 25' 49"	2012.3.30～	
屋久島	鹿児島県熊毛郡	30° 13' 57"	130° 33' 22"	2012.3.30～	
石廊崎	静岡県賀茂郡	34° 35' 36"	138° 51' 03"	2012.7.7～	1976.4.1～2012.7.7の期間は超音波式沿岸波浪計による観測
経ヶ岬	京都府京丹後市	35° 47' 09"	135° 13' 26"	2010.7.8～	1976.5.1～2010.7.8の期間は超音波式沿岸波浪計による観測
尻羽岬	北海道釧路郡	42° 54' 09"	144° 45' 35"	1985.4.1～2007.3.31	撤去
松前	北海道松前郡	41° 24' 38"	140° 05' 50"	1979.1.1～2012.5.10	撤去
温海	山形県鶴岡市	38° 40' 59"	139° 35' 38"	1981.3.1～2007.3.31	撤去
江ノ島	宮城県牡鹿郡	38° 23' 51"	141° 36' 24"	1978.4.1～2012.12.19	撤去
鹿島	島根県松江市	35° 33' 03"	132° 58' 26"	1984.4.1～2007.3.31	撤去
福江島	長崎県五島市	32° 45' 25"	128° 37' 38"	1980.4.1～2012.3.30	撤去
佐多岬	鹿児島県肝属郡	31° 02' 48"	130° 44' 45"	1982.3.1～2012.3.30	撤去
佐喜浜	高知県室戸市	33° 24' 24"	134° 14' 26"	1977.7.1～2007.3.31	撤去
喜屋武岬	沖縄県糸満市	26° 04' 42"	127° 42' 43"	1984.2.1～2007.3.31	撤去

注) 6地点ともに観測はレーダ式沿岸波浪計による。

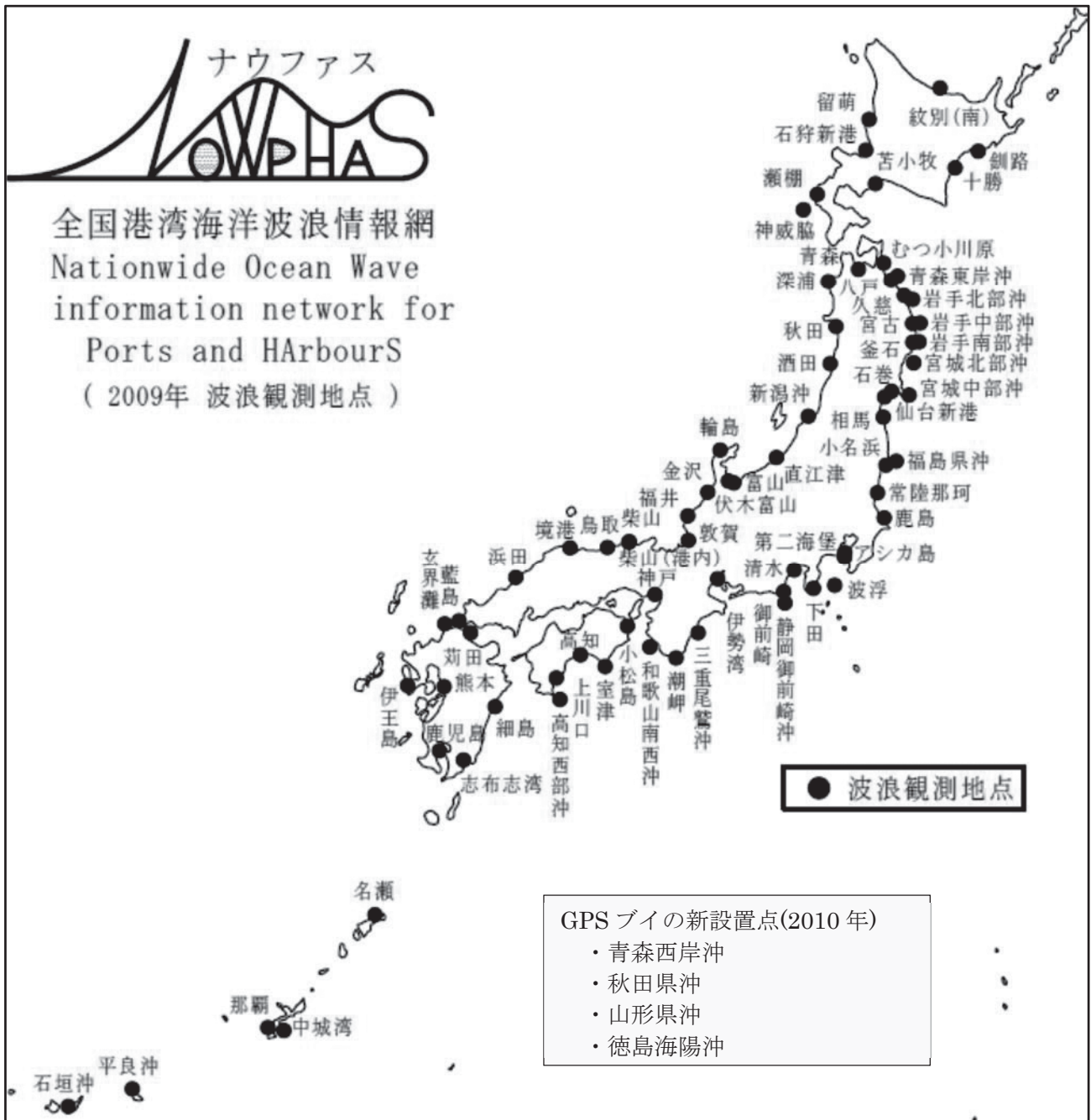


図 3. 2. 1-9 NOEPHAS 観測地点図 (港湾空港技術研究所資料を改変)

これらの観測結果は年報として毎年刊行されているが、長年のデータを統計処理して取りまとめられた報告書として、永井(2002b)や、前述の加藤(2005)をあげることができる。洋上風力発電の導入計画を立てる上で、波浪データは工事計画や維持管理の船舶の運航の稼働率を検討する重要な情報であるが、測定機関によって測定方法が異なっている場合があるので注意を要する。

4) 海潮流

日本周辺海域の海流は、暖流系の黒潮、対馬暖流、津軽暖流、宗谷暖流、また寒流系の親潮が様々なスケールの渦を形成しながら流れており(図 3.2.1-10)、流軸の流速は日本南岸の黒潮で 160cm/s、対馬暖流で 40cm/s 程度と言われている(川合編,1991)。黒潮は、西岸境界流として沖合を流れているが、時に黒潮の分枝流が急潮として沿岸に流入することがあるが、沿岸海域では沿境界流の対馬暖流、津軽暖流及び宗谷暖流が岸に沿って流れている。

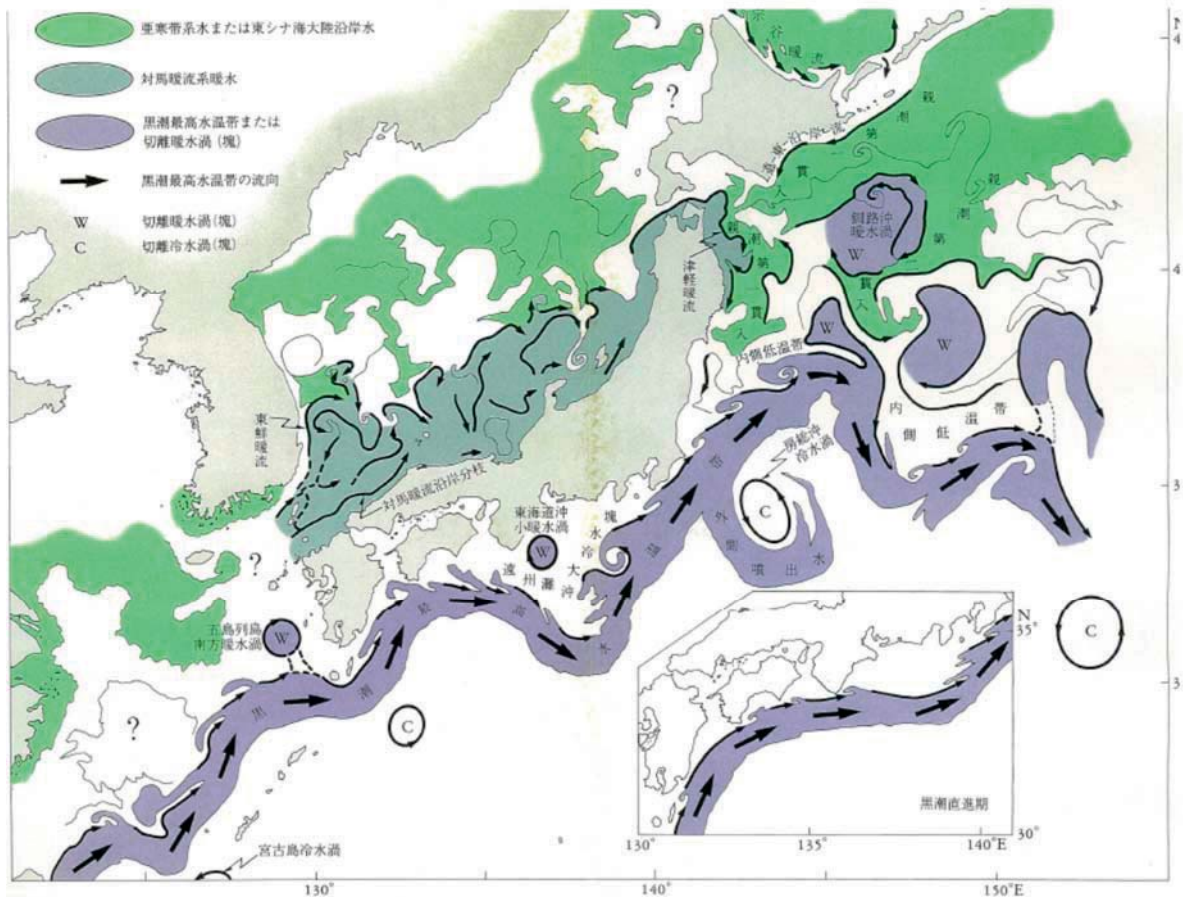


図 3.2.1-10 日本近海の海流と水塊配置の模式図(川合編, 1991)

また、沿岸海域では月と太陽の起潮力により潮流が発達し、通常、半日周潮流(約 6 時間毎に転流)が卓越している。潮流は、概して潮汐差の大きい満月や新月の頃の大潮期に最大流速を示すことが多く、流速値は、一般的には地形の影響により海峡や瀬戸等で大きい(一例、大潮期の鳴門海峡では 10knots 超(約 500cm/s 超))。

なお、海上保安庁水路部発行の水路特殊図として「海流図」や「潮流図」があるが、有望海域において水路部や大学等の研究機関による潮流観測結果の調和定数が公表されていた場合(例、表 3.2.1-9)、半日周潮流の卓越海域では長軸方向の M_2 (主大陰半日周期)と S_2 (主太陽半日周期)の流速値を足した流速(表の例では 34cm/s)が大潮期の平均流速と表されるので、平均的な最大流速の目安が得られる。

表 3.2.1-9 潮流楕円要素の例

主要 4 分潮		M2	S2	K1	O1	恒流
		主大陰半日周期	主太陽半日周期	日月合成日周期	主大陰日周期	
長軸	流速 (cm/s)	20	14	8	6	3
	流向 (°)					
	遅角 (°)					
短軸	流速 (cm/s)					
	流向 (°)					
	遅角 (°)					

海潮流データは、施設の設計には必要な情報であるが、導入計画を立てる際にも、例えば、底質が泥質の場合には工事中の水の濁りの拡散範囲を検討することや、支持構造物周りの洗掘問題を検討する上で有益な情報となる。

5) 津波

津波の原因は、海底火山の爆発や海底の地すべりによるもの以外に、大部分は地震に伴う急激な海底の地変によっている。海底下で大きな地震が発生すると、断層運動により海底が隆起もしくは沈降し、これに伴って海面が変動して起こった流体の波動(波長：数キロ～数百キロ)が伝播する。津波が陸棚に達すると、境界の存在による反射、屈折、回折、セイシュ(固有振動)、陸棚波等の作用によりエネルギーが集中し、波高の非常に高い津波が陸地を遡上することもある。洋上風力発電の導入を計画する際には、過去の津波の発生記録を収集し、検討することが大切である。

国土交通省 港湾局(2015)による「港湾における洋上風力発電施設等の技術ガイドライン【案】」において、洋上風力発電施設導入の区域の選定にあたり津波も自然条件の一つとして考慮し、発電施設とその基礎工の設計検討のためのデータを得ることとされている。また、同ガイドラインでは構造安定に配慮した設計として、津波による基礎地盤の変化量(洗掘等)をあらかじめ考慮するとあるが、要は国や関連学会の基準に従って設計することである。

なお、表 2.3.2-2 及び図 2.3.2-3 に示したウィンドパワーかみす第 1 洋上風力発電所は、先の東日本大震災(2011 年 3 月 11 日)の津波により茨城県下全域が停電したため、系統連系が遮断し、発電が停止したけれども、風力発電施設の被害はなく、同 14 日には再稼働したとの報告がある(http://www.japanfs.org/ja/news/archives/news_id031054.html)。

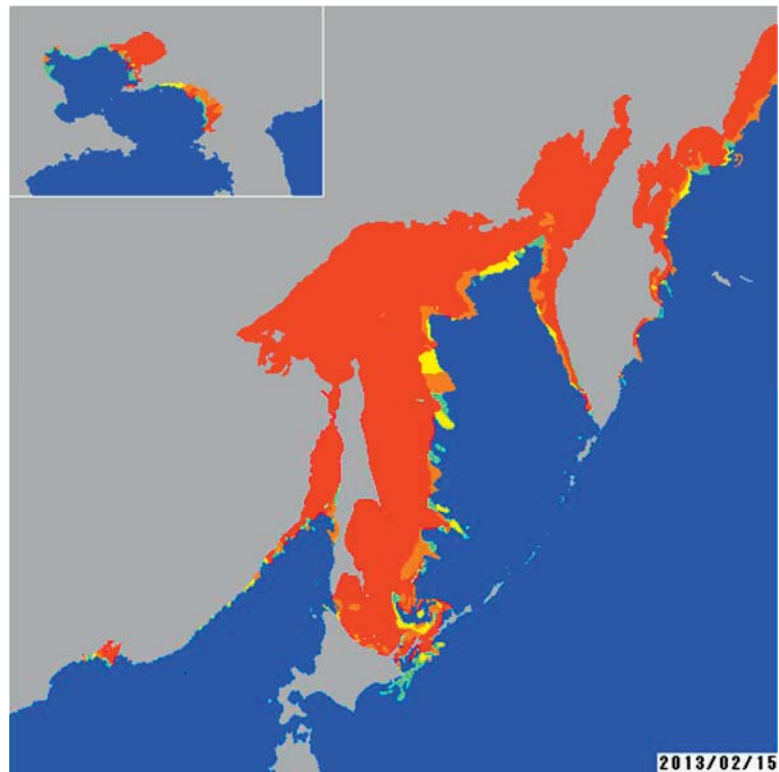
6) 海氷

我が国における海氷は、北海道北部、オホーツク海側及び北海道東部の沿岸で認められる特異な現象である。海氷(Sea Ice)とは「海水が凍結してできた海でみられる全ての氷」と定義され、海岸に接して定着しているものを定着氷(Fast Ice)、定着氷以外の海氷を全て流氷(Drift Ice)と呼ばれているが、一般には定着氷を含めて流氷と呼ばれることが多い(赤川,1990)。

日本のオホーツク海沿岸に接岸する海氷は、ロシアのアムール川由来の低塩分水による浅い密度躍層の形成により海表面が冷やされ海水が凍り、流れと風の影響を受けて漂着するものである。海氷は、オホーツク海沿岸で 1 月中旬から下旬頃に出現し、その後 1 月下旬から 2 月上

旬頃にかけて接岸する(図 3.2.1-11)。風向きによっては南下を続け、太平洋側に位置する釧路沿岸に接岸することもある。春が近づき、沿岸から見渡せる海域に占める流氷の割合が 5 割以下となり、かつ船舶の航行が可能になると「海明け」が宣言される。

流氷は、オホーツク海を中心に出現・接岸するため、このような海域においては、特に浮体式洋上風力発電は海面付近の係留策・送電ケーブル等を浮体内部に収納すること等ができない限り、導入が困難と考えられる。



http://www.data.jma.go.jp/gmd/kaiyou/db/seaice/archive/c_1/okhotsk_monthly/2013/02/okhotsk_monthly.html

図 3.2.1-11 2013 年 2 月 15 日における流氷分布図

(3) 海洋生物

風力発電は、温室効果ガス排出量の削減のための効果的な手段の一つであるが、一方で動植物等への環境影響が懸念されている。そのため、法アセスでは、配慮書手続と報告書手続等が導入された。配慮書手続は、事業実施段階前の手続として、重大な環境影響の回避・低減のために適切に配慮すべき事項について検討を行うものであり、報告書手続は、事業実施段階の手続として、環境影響予測・評価とともに環境保全措置等の検討結果と併せて取りまとめるものである。

洋上風力発電事業の計画段階では、有望海域が藻場、干潟、サンゴ礁等の高自然度環境にあるのか、あるいは絶滅危惧種、希少種等の海洋生物が生息しているのか等に関して調査し予測・評価して、事業実施の是非を見極める必要がある。一例として、北海道北部沿岸海域の藻場の分布図及び魚類のレッドリストを、それぞれ図 3.2.1-13 と表 3.2.1-10 に示す。藻場は、魚介類の産卵場や稚仔魚の生育場として利用されているので、その分布海域における開発行為は慎重に検討する必要があるし、レッドリストに絶滅危惧種、希少種としてあがっている生物についても、有望海域における生息状況を精査する必要がある。

海洋を生息の場としている魚介類、海棲哺乳類、鳥類等への洋上風力発電による生物影響は、導入が進んでいる海外でも重大な影響を及ぼした報告例はみられないが、導入を円滑に進めるためにも、関係機関とも協議・調整を重ねて環境影響予測・評価を行うことが重要である。

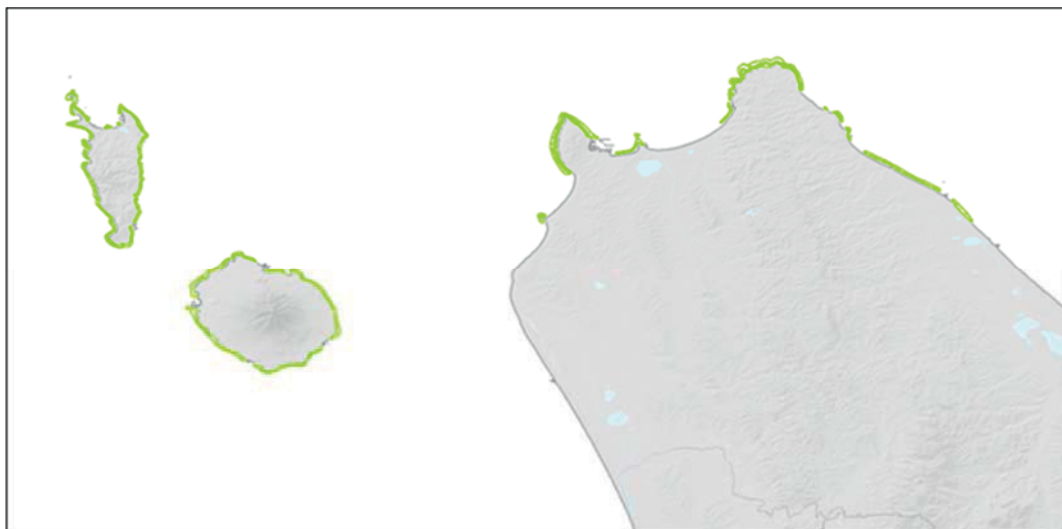


図 3.2.1-13 北海道北部稚内沿岸域の藻場の分布(海洋政策支援情報ツール)

表 3.2.1-10 北海道の魚類のレッドリスト(北海道環境生活部, 平成 13 年 5 月 10 日改訂)

分類	和名	学名	目名	科名	具体的要件	環境庁 (1999)	環境庁 (1991a)
絶滅種 (Ex)	チョウザメ	<i>Acipenser medirostris</i>	チョウザメ	チョウザメ	②		
絶滅危惧種 (Cr)	ミツバヤツメ	<i>Entosphenus tridentatus</i>	ヤツメウナギ	ヤツメウナギ	①	DD	R
	イトウ	<i>Hucho perryi</i>	サケ	サケ	①③	EN	V
	ベニザケ (ヒメマス)	<i>Oncorhynchus nerka</i>	サケ	サケ	①④		
絶滅危惧種 (En)	エゾホトケドジョウ	<i>Lefua nikkonis</i>	コイ	ドジョウ	②	VU	
絶滅危急種 (Vu)	スミウキゴリ	<i>Chaenogobius sp.2</i>	スズキ	ハゼ	①②		
	シロウオ	<i>Leucoparion petersii</i>	スズキ	ハゼ	①②	NT	
	カジカ (中卵型)	<i>Cottus pollux</i>	カサゴ	カジカ	①②		
希少種 (R)	シベリアヤツメ	<i>Lethenteron kessleri</i>	ヤツメウナギ	ヤツメウナギ	①ab	NT	R
	ウナギ	<i>Anguilla japonica</i>	ウナギ	ウナギ	①a		
	ミヤベイワナ	<i>Salvelinus malma miyabei</i>	サケ	サケ	①bc	NT	R
	オシロコマ	<i>Salvelinus malma malma</i>	サケ	サケ	②ab	NT	R
	アユ	<i>Plecoglossus altivelis altivelis</i>	サケ	アユ	①b		
	イシカリワカサギ	<i>Hypomesus olidus</i>	サケ	キュウリウオ	①ab	DD	
	シラウオ	<i>Salangichthys microdon</i>	サケ	シラウオ	①abd		
	イバラトミヨ (汽水型)	<i>Pungitius sp.2</i>	トゲウオ	トゲウオ	①bcd		
	エゾトミヨ	<i>Pungitius tymensis</i>	トゲウオ	トゲウオ	①ac②b	NT	R
	アカオビシマハゼ	<i>Tridentiger trigonocephalus</i>	スズキ	ハゼ	①bc		
	シモフリシマハゼ	<i>Tridentiger bifasciatus</i>	スズキ	ハゼ	①b		
	ルリヨシノボリ	<i>Rhinogobius sp. CO</i>	スズキ	ハゼ	①ad		
	マハゼ	<i>Acanthogobius flavimanus</i>	スズキ	ハゼ	①ab②b		
ミミズハゼ	<i>Luciogobius guttatus</i>	スズキ	ハゼ	①abd			
地域個体群 (Lp)	道南のスナヤツメ個体群	<i>Lethenteron reissneri</i>	ヤツメウナギ	ヤツメウナギ	①	VU	
	道南のカワヤツメ個体群	<i>Lethenteron japonicum</i>	ヤツメウナギ	ヤツメウナギ	②		
	香探湖のヒブナ個体群	<i>Carassius auratus</i>	コイ	コイ	①②		
	智恵文沼のヒブナ個体群	<i>Carassius auratus</i>	コイ	コイ	①②		
	天塩川水系旧河川のヒブナ個体群	<i>Carassius auratus</i>	コイ	コイ	①②		
	網走湖のヒブナ個体群	<i>Carassius auratus</i>	コイ	コイ	①②		
	香探湖のイトヨ (太平洋型) 個体群	<i>Gasterosteus aculeatus (太平洋型)</i>	トゲウオ	トゲウオ	①		
留意種 (N)	日高以西のシシャモ個体群	<i>Spirinchus lanceolatus</i>	サケ	キュウリウオ	①		
	サクラマス (ヤマメ)	<i>Oncorhynchus masou</i>	サケ	サケ	①②		
	マルタウグイ	<i>Tribolodon brandti</i>	コイ	コイ	①		
	エゾウグイ	<i>Tribolodon szoae</i>	コイ	コイ	①		
	イトヨ (日本海型)	<i>Gasterosteus aculeatus (日本海型)</i>	トゲウオ	トゲウオ	①		
	ハナカジカ	<i>Cottus nozawae</i>	カサゴ	カジカ	①		
	エゾハナカジカ	<i>Cottus amblytomopsis</i>	カサゴ	カジカ	①		
	シシャモ	<i>Spirinchus lanceolatus</i>	サケ	キュウリウオ	①		

【豆知識 3.2.1-1】

● 生物保護へ重要海域選定(中国新聞・夕刊,2014.5.9)

環境省の有識者会議は、日本の領海及び排他的経済水域(EEZ)で生物学や生態学の観点から重要な場所を「重要海域」として選定(全体の面積の 8.3%に相当)している。

ここで、領海の水深 200m より浅い場所を「沿岸域」、その他を「沖合表層」と「沖合海底」に分類している。「固有種が分布」、「絶滅危惧種が生息」、「日本を代表する生態系が存在」等の 8 項目を選定基準から海域を抽出した。沿岸域の重要海域は 280 箇所、沖合は表層・海底を合わせて 50 箇所を抽出。

風況の良好な沿岸域として、北海道宗谷岬周辺、山形県飛島、千葉県安房小湊沿岸、静岡県御前崎・遠州灘沿岸、島根県隠岐海峡南部、徳島県由岐沿岸、鹿児島県吹上浜、沖縄県沖縄島等があげられている。今後、海域の具体的な区域や特徴等の説明文を付けて公開。

3.2.2 社会条件

風力発電事業にとって最も重要な基本的条件は、風況であるが、好風況海域であっても有望海域の利用に制限が課せられている場合もあることから、社会条件に関する調査が必要である。ここでは、社会条件として関連法規と系統連系を取り上げた。

(1) 関連法規

有望海域を対象として、洋上風力発電の導入に係る法的な規制あるいは他の社会的制約について関係機関へのヒアリングと併せて検討するとともに、海域利用の許認可の可能性を確認しておくことが重要である。

海域は、領海(約 43 万 km²;内水面を含む離岸距離 12 海里(約 22.2km)までの水域)及び排他的経済水域(約 405 万 km²;接続海域を含む海域で、離岸距離 12 海里から 200 海里(約 370km)まで囲まれた水域)に分類される*。

領海においては、海域により管理する官庁が以下のように異なっている。

- ・国土交通省：都市計画に含まれる海域、一般海岸に連なる海域、港湾区域
- ・農林水産省：漁港区域

一方、排他的経済水域では、「排他的経済水域及び大陸棚に関する法律」は、排他的経済水域等を設定し、そこにおいても我が国の法律を適用するとされているが、その水域における開発行為の一元管理体制あるいは手続き等は明らかになっていない。

洋上風力発電の導入計画を立てるに際して、候補海域が法的にも社会的規則からも条件を満たすか否か、検討する必要がある。言わば、立地調査に係る法律等で、表 3.2.2-1 に示すものである。社会的規則に関しては表の欄外に記載しているように、候補海域における「漁業権」、「自衛隊訓練」、「海底ケーブル敷設」、「航路」等についても精査する必要がある。なお、航路については、3.1 節の冒頭にも記載しているように、船舶航行安全に関する協議会等の設置が必要で、同委員会でも多くの時間を掛けて審議が行われ、航路の調整がなされる

また、風力発電の建設工事に係る法律を表 3.2.2-2 に示すとともに、洋上風力発電に直接関係する法律及び規制について表 3.2.2-3 に掲げている。なお、立地調査と建設工事に重複して関係する法律もある。

* 沿岸から沖合に向かって、領海(0-12 海里)、排他的経済水域(接続水域(12-24 海里)+狭義の排他的経済水域(24-200 海里))に分割される。

表 3.2.2-1 洋上風力発電の立地調査に係る法律と許認可に関する一覧

立地調査に関する関係法		許認可申請/届出	許認可権者	備考
自然公園法	国立公園、国定公園及び都道府県立自然公園の3種類の自然公園に対して、段階に応じた適正な保護と利用の増進を目的に施行され、公園地域を風景価値による保護の必要性に応じて特別地域、特別保護地域、海中公園地区、普通地域に分類しており、工作物の新築・増設や木竹の伐採等、様々な規制を定めている。自然公園に風車を建設する場合は、対象地域に応じた規制に従い許認可を受けなければならない。	○	○ (国立公園:環境大臣) (国定公園:都道府県知事)	
自然環境保全法	原生自然環境保全地域、自然環境保全地域、環境緑地保全地域開発規制地域内において風力発電所建設のため開発を行う場合には、都道府県知事に対して許認可の申請を行う必要がある。但し、立入り制限地区に関しては何人も進入することはできない。	○	○ (環境大臣)	
絶滅のおそれのある野生動物の種の保存に関する法律	絶滅のおそれのある野生動物の種の保存を図ることにより、生物の多様性を確保するとともに、良好な自然環境を保全し、もって現在及び将来の国民の健康で文化的な生活の確保に寄与することを目的として定められた法律で、生息地保護区域内の管理地区もしくは監視地区における開発行為は環境大臣の許可を受ける必要がある。	○	○ (環境大臣)	
鳥獣保護及び狩猟に関する法律	日本国内における鳥獣の保護と狩猟の適正化を図る目的の法律で、鳥獣保護区内の特別保護地区での開発行為は環境大臣または都道府県知事の許可を受ける必要がある。	○	○ (環境大臣又は都道府県知事)	
環境影響評価法	改正環境影響評価法が2012年10月(完全施行:2013年4月1日)に施行され、風力発電も環境アセスメントを行うことが義務付けられた。その規模要件は、出力1万kW以上の風力発電施設は第1種、7,500kW以上1万kW未満は第2種事業に分類され、アセス実施の可否は以下の通りである。 出力1万kW以上の風力発電施設は環境影響評価が必要。 7,500kW以上1万kW未満は個別に判断。	○	○ (経済産業大臣)	
文化財保護法	風力発電所建設時に遺跡と認められるものを発見した場合、現状を変更することなく、遅滞なく書面をもって文化庁長官に届出なければならない。また、遺跡が重要で調査する必要がある場合、文化庁長官は6ヶ月以内の期間で現状変更の禁止を命ずることができる。	○	○ (文化庁長官)	海中遺跡、 海中考古物
景観法	我が国の都市、農山漁村等における良好な景観の形成を促進するため、景観計画の策定その他の施策を総合的に講ずることにより、美しく風格のある国土の形成、潤いのある豊かな生活環境の創造及び個性的で活力ある地域社会の実現を図り、もって国民生活の向上並びに国民経済及び地域社会の健全な発展に寄与することを目的として制定されている。市町村は、景観地区内に工作物の設置等、開発行為について、政令で定める基準に従い、条例で、良好な景観を形成するため必要な規制をすることができる。	○	○ (市町村長)	景観条例 (市町村)
海岸法	波、高潮、波浪その他海水又は地盤の変動による被害から海岸を防護するとともに、海岸環境の整備と保全及び公衆の海岸の適正な利用を図り、もって国土の保全に資することを目的としたもので、海岸保全区域内での工作物の設置占有及び行為に係る許可並びに海岸施設工事は承認が必要となる。	○	○ (海岸管理者(都道府県知事))	
港湾法	交通の発達及び国土の適正な利用と均衡ある発展に資するため環境の保全に配慮しつつ、港湾の秩序ある整備と適正な運営を図るとともに、航路を開発し、及び保全することを目的とするもので、港湾区域内での開発行為には許可が必要である。	○	○ (港湾管理者(都道府県知事))	
国土利用計画法	風力発電所建設地が規制区域内の土地で所有権、地上権、賃借権の移転又は設置(予約を含む)の契約をする場合、許可の内容を変更して契約する場合は許認可が必要となる。又、建設地が市街化区域内で2,000m ² 以上、都市計画区域内で5,000m ² 以上、その他の区域で10,000m ² 以上の土地に関する所有権、地上権、賃借権の取得を目的とする権利の移転又は設定をする場合には届出をすることが必要となる。許認可申請は、当該市町村を通して都道府県知事に届け出る。	○	○ (環境大臣又は都道府県知事)	
電波法	風力発電所建設地が電波障害防止区域(重要無線通信を確保する必要があるときは、その必要範囲内において総務大臣が定める。)に指定されており、風車の最高部が31mを超える場合には総務大臣へ届出を行う必要がある。	○	○ (総務大臣)	
国有財産法	国は、行政財産を用途又は目的を妨げない限度において、貸し付け、又は私権を設定することができる。	○	○ (主務庁(主務大臣))	

注) 法律で決められたものではないが、候補海域の選定には「漁業権漁業海域」、「自衛隊訓練海域」、「海底ケーブル敷設海域」、「航路」等についても調査が必要である。

表 3.2.2-2 風力発電の建設工事に係る法律と許認可に関する一覧

建設工事に関する関係法		許認可申請/届出	許認可権者	備考
設置関係	建築基準法 (電力事業法/発電用風力設備に関する技術基準に定める省令)	○	○ (経済産業大臣/ 国土交通大臣)	当該市町村長に申請/届出 ・着床式は、現在、電気事業法(発電用風力設備に関する技術基準に定める省令)へ一元化
	道路法	○	○ (市町村道:市町村長、指定区間を除く一般国道:所管土木事務所長、一般国道:国土交通省工事事務所)	陸上で工事車両を通行させる場合に限る(建設場所付近の港湾又は沿岸まで)
	道路交通法	○	○ (風車の運搬及び建設時:車両の出発地警察署長、設置工事、作業時:所轄警察署長)	陸上で風車等の運搬を車両により行う場合に限る(建設場所付近の港湾又は沿岸まで)
公共物工事関係	電波法	○	○ (総務大臣)	
	航空法	○	○ (国土交通大臣)	
	消防法	○	○ (消防本部等所在市町村の区域:当該市町村長、区域外:当該都道府県知事)	浮体式は、船舶安全法が適用(消防法との多重規制を調整するための関係省庁連携あり)
環境関係	騒音規制法	○	○ (都道府県知事)	港湾等の近傍における騒音規制地域内に風車を設置する場合に限る
	振動規制法	○	○ (都道府県知事)	港湾等の近傍海域における振動規制地域内に風車を設置する場合等に限る

表 3. 2. 2-3a 洋上風力発電の建設工事に係る法律と許認可に関する一覧

洋上における建設工事に係る法律		許認可申請/届出	許認可権者	備考	
必要な行政手続き I 立地建設工事関係 I	自然公園法 第20条、第21条、第22条	<ul style="list-style-type: none"> ■自然公園法に基づく事前の許可 ○特別地域等内において、工作物の新築等をしようとする者は、国立公園にあっては環境大臣の、国定公園にあっては都道府県知事の許可を受けなければ、してはならない。（工作物の新築については、特別保護地区、第1種特別地域、海域公園地区では原則として許可されない。詳細は自然公園法施行規則第11条参照。） 	○	○ (国立公園:環境大臣) (国定公園:都道府県知事)	
	自然公園法 第33条	<ul style="list-style-type: none"> ■自然公園法に基づく事前の届出 ○普通地域内において、その規模が環境省令で定める基準を超える工作物の新築等をしようとする者は、国立公園にあっては環境大臣に対し、国定公園にあっては都道府県知事に対し、届け出なければならない。 			
	自然公園法 第72条、第73条各都道府県で制定している自然公園条例	<ul style="list-style-type: none"> ■都道府県立自然公園条例に基づく事前の許可 ○特別地域内において、工作物の新築等をしようとする者は、都道府県知事の許可を受けなければ、してはならない。 	○	○ (都道府県知事)	
	自然公園法 第72条、第73条各都道府県で制定している自然公園条例	<ul style="list-style-type: none"> ■都道府県立自然公園条例に基づく事前の届出 ○普通地域内において、その規模が条例で定める基準を超える工作物の新築等をしようとする者は、都道府県知事に対し、届け出なければならない。 			
	自然環境保全法 第17条(原生)、第25条(特別)、第27条(海域特別)、第27条(普通)	<ul style="list-style-type: none"> ■自然環境保全法に基づく事前の許可/届出 ○原生自然環境保全地域内、あるいは自然環境保全地域特別地区内/海域特別地区内における工作物の設置には、環境大臣の許可が必要。・自然環境保全地域普通地区における工作物の設置には、事前の届出が必要。 	○	○ (環境大臣)	
	自然環境保全法 第45条、第46条各都道府県で制定している自然環境保全条例	<ul style="list-style-type: none"> ■各都道府県の自然環境保全条例に基づく事前の許可/届出 ○(都道府県が条例により、自然環境保全法の規定による規制の範囲内において必要な規制を定めることとしているため、都道府県により異なる場合はあるが、概ね下記のとおり)・自然環境保全地域特別地区内における工作物の設置には、都道府県知事の許可が必要。・自然環境保全地域普通地区における工作物の設置には、事前の届出が必要。 	○	○ (環境大臣)	
	鳥獣の保護及び狩猟の適正化に関する法律 第29条第7項	<ul style="list-style-type: none"> ■鳥獣の保護及び狩猟の適正化に関する法律に基づく許可 ○鳥獣保護区特別保護地区内において、建築物その他工作物の新築及び増設、水面の埋め立て又は干拓等を行う場合は、国指定鳥獣保護区にあっては環境大臣の、都道府県鳥獣保護区にあっては都道府県知事の許可を受けなければならない。 	○	○ (環境大臣又は都道府県知事)	
	水産資源保護法 第14条、第15条、第18条等	<ul style="list-style-type: none"> ■保護水面区域内における工事に係る許可 ○保護水面の区域内において、埋立て若しくは浚渫の工事等をしようとする者は、当該保護水面を管理する都道府県知事又は農林水産大臣の許可を受けなければならない。 	○	○ (都道府県知事又は農林水産大臣)	
	海洋水産資源開発促進法 第5条、第7条、第9条等	<ul style="list-style-type: none"> ■沿岸水産資源開発区域における海底の形質の変更等の行為に係る届出 ○都道府県は、一定の沿岸海域を沿岸水産資源開発区域として指定することができる。その開発区域において海底の形質の変更等の行為をしようとする者は、都道府県知事にその旨を届け出なければならない。また、都道府県知事は必要な勧告をすることができる。 	○	○ (都道府県知事)	
	海洋水産資源開発促進法 第12条	<ul style="list-style-type: none"> ■指定海域における海底の掘削、工作物の設置その他の行為に係る届出 ○政令で指定される「指定海域」において海底の掘削、工作物の設置その他の行為で政令で定めるものをしようとする者は、都道府県知事にその旨を届け出なければならない。また、都道府県知事は必要な勧告をすることができる。 	○	○ (漁港管理者(都道府県知事/市町村長))	
	漁港漁場整備法 第39条第1項	<ul style="list-style-type: none"> ■漁港区域内における工作物の建設等に係る許可 ○漁港の区域内の水域又は公共空地において、工作物の建設等をしようとする者は、漁港管理者の許可を受けなければならない。 	○	○ (漁港管理者(都道府県知事/市町村長))	
	漁港漁場整備法 第39条第5項	<ul style="list-style-type: none"> ■漁港区域内の漁港管理者が指定した区域内の行為制限 ○漁港区域内の漁港管理者が指定した区域内において、何人も漁港施設の損傷、漁港管理者が指定した物件の放置等をしてはならない。 	○	○ (国土交通大臣)	
	排他的経済水域及び大陸棚の保全及び利用の促進のための低潮線の保全及び拠点施設の整備等に関する法律 第5条	<ul style="list-style-type: none"> ■低潮線保全区域内の改定の掘削等の許可 ○低潮線保全区域内において、海底の掘削又は切土、土砂の採取、施設又は工作物の新設又は改築等を行う場合、国土交通大臣の許可を受けなければならない。 	○	○ (国土交通大臣)	
	海岸法 第7条	<ul style="list-style-type: none"> ■海岸保全区域の占用に係る許可 ○海岸管理者以外の者が海岸保全区域(公共海岸の土地に限る。)内において、海岸保全施設以外の施設又は工作物を設けて海岸保全区域を占用しようとするときは、海岸管理者の許可を受けなければならない。 ■海岸法に基づく占用許可 ○海岸保全区域内において施設又は工作物を設けて当該区域を占用しようとするときは、海岸管理者の許可を受けなければならない。 	○	○ (海岸管理者(都道府県知事))	
	海岸法 第8条	<ul style="list-style-type: none"> ■海岸保全区域における行為の制限に係る許可(1) ○海岸保全区域内において、土石の採取、水面又は公共海岸の土地以外の土地において他の施設等を新設し、又は改築、並びに土地の掘削、盛土、切土等をしようとする場合、海岸管理者の許可を受けなければならない。 ■海岸保全区域における行為の制限に係る許可(2) ○何人も海岸保全区域内において、海岸管理者が管理する海岸保全施設その他の施設又は工作物を損傷し、又は汚損してはならない。また、公共海岸の内、海岸管理者が指定した区域において、油等により海岸を汚損すること並びに自動車、船舶等を入れ又は放置すること等をしてはならない。 	○	○ (海岸管理者(都道府県知事))	
海岸法 第37条の4	<ul style="list-style-type: none"> ■一般公共海岸区域の占用にかかる許可 ○海岸管理者以外の者が一般公共海岸区域(水面を除く。)内において、施設又は工作物を設けて一般公共海岸区域を占用しようとするときは、海岸管理者の許可を受けなければならない。 	○	○ (海岸管理者(都道府県知事))		
海岸法 第37条の5	<ul style="list-style-type: none"> ■一般公共海岸区域における行為の制限にかかる許可(1) ○一般公共海岸区域内において、土石の採取、水面において施設又は工作物を新設し、又は改築、並びに土地の掘削、盛土、切土等をしようとする場合、海岸管理者の許可を受けなければならない。 	○	○ (海岸管理者(都道府県知事))		
海岸法 第37条の6	<ul style="list-style-type: none"> ■一般公共海岸区域における行為の制限にかかる許可(2) ○何人も一般公共海岸区域内において、海岸管理者が管理する施設又は工作物を損傷し、又は汚損してはならない。また、公共海岸の内、海岸管理者が指定した区域において、油等により海岸を汚損すること並びに自動車、船舶等を入れ又は放置すること等をしてはならない。 	○	○ (海岸管理者(都道府県知事))		

表 3.2.2-3b 洋上風力発電の建設工事に係る法律と許認可に関する一覧

洋上における建設工事に係る法律		許認可申請/届出	許認可権者	備考
必要な行政手続き I 立地建設工事関係 I	港湾法 第37条	■港湾法に基づく占用許可 ○港湾区域内の水域又は公共空地の占用をしようとする者は、港湾管理者の許可を受けなければならない。	○ (港湾管理者(都道府県知事))	
	各港湾管理者が定める条例 (港湾法第54条、国有財産法第18条)	■各港湾管理者が定める条例に基づく行政財産の使用許可 ○防波堤等の行政財産に送電ケーブル等を敷設する際には施設管理者である港湾管理者の許可を受けなければならない。		
	海洋汚染等及び海上災害の防止に関する法律 第18条の3	■海洋汚染等及び海上災害の防止に関する法律に基づく海洋施設の設置の届出 ○海洋施設を設置しようとする者は、事前に、海上保安庁長官に届出を行う必要がある。	○ (海上保安庁長官)	
	海上交通安全法 第30条第1項	■海上交通安全法に基づく航路及びその周辺の海域における工事等の許可 ○航路及びその周辺の海域において工事等をしようとする者は、海上保安庁長官の許可を受けなければならない。	○ (海上保安庁長官)	
	海上交通安全法 第31条第1項	■海上交通安全法に基づく航路及びその周辺の海域以外の海域における工事等の届出 ○航路及びその周辺の海域以外の海域において工事等をしようとする者は、あらかじめ海上保安庁長官に届け出なければならない。		
	港則法 第31条、第37条の5	■港則法に基づく工事・作業許可 ○港則法を適用する海域又はその境界付近において、工事又は作業をしようとする者は、港長の許可を受けなければならない。	○ (港長)	
	航路標識法 第2条ただし書	■航路標識法に基づく航路標識の設置・管理許可 ○関連施設を標示するため、航路標識を設置し、又は管理しようとするときは、海上保安庁長官の許可を受けなければならない。	○ (海上保安庁長官)	
	水路業務法 第6条	■海上保安庁以外の者が実施する水路測量の許可 ○海上保安庁以外の者が、その費用の全部又は一部を国又は地方公共団体が負担し、又は補助する水路測量を実施する場合には、海上保安庁の許可を受けなければならない。	○ (海上保安庁長官)	
	水路業務法 第19条第1項	■港湾工事等を実施する場合の届出 ○港湾の修築、その他海岸線に重大な変化を生ずる工事をする者は、その旨を海上保安庁長官に通報しなければならない。		
港則法 第31条	特定港内又は特定港の境界付近で工事又は作業をしようとする者は、港長の許可を受けなければならない。	○ (港長)		
船舶安全法	浮体式洋上風力発電施設の構造や設備の技術基準を定める。	○	○ (国土交通大臣)	浮体式洋上風力発電のケース
その他規制	漁業法 第10条、第52条、第65条、第66条等	■海面利用の事前調整 ○漁業は、漁業権漁業のほか許可漁業、自由漁業等に分類される。(漁業権漁業以外であっても社会通念上権利と認められる程度にまで成熟した慣習上の利益は漁業に関する権利として扱われる。) 風力発電施設の導入にあたっては、地域の漁業者、漁協と発電事業者の間で良好な関係を確立するため、風力発電施設の設置候補海域が想定される早い段階で、海域を利用する漁業者や漁協等と発電事業者が意見交換を始め、漁業者等の理解を得る必要がある。		
	港則法 第36条	■港則法に基づく灯火の制限 ○港則法を適用する海域又はその境界付近において、船舶交通の妨げとなるおそれのある強力な灯火をみだりに使用してはならない。		
	航路標識法 第8条第1項	■航路標識法に基づく灯火等の制限 ○みだりに航路標識と誤認される虞がある灯火を使用し、又は音響を発してはならない。		
	航路標識法第9条第1項	■航路標識法に基づく工事等の制限 ○関連施設を設置する場合、施設設置者は、既設航路標識の視認性に影響が生じないように考慮する必要がある。		

表 3.2.2-4 は、銚子沖と北九州市沖の FS 調査において検討された法律(条例)について併記しているが、自然公園指定海域等、海域により該当する場がないこともあって両サイトで扱った法令が異なっている。なお、環境影響評価法は FS 調査時には施行されていなかったもので、本法令は両サイトも選定されていないが、2012 年 10 月以降、出力 1 万 kW 以上の風力発電事業(第 1 種事業)は環境アセスメントを行うことが義務付けられている。なお、出力 0.75 万 kW 以上 1 万 kW 未満の事業は第 2 種事業で、環境アセスメントの必要性については個別に判断される(スクリーニング)。

表 3.2.2-4 洋上風力発電の導入に関係する対象法令及び実証研究サイトでの検討例

分類	関連法規(適用条件/該当条件)	銚子沖		北九州市沖	
		●	○	●	○
一般法規	・電気事業法(500kW以上の風力発電所)	●	—	●	
	・建築基準法 (15m以上の木柱, 鉄柱, 鉄筋コンクリート製の柱, その他のこれに類する工作物)	●	—	●	
	・国有財産法(海域の占有)	●	国土交通省所管 公共用財産管理 規則, 使用料及び 手数料	—	
	・電波法(電波障害防止区域)	●	—	—	
	・国土利用計画法及び国土形成計画法(海域の利用・保全)	—	—	○	
	・民法(物件, 債権等の条件)	—	—	○	
航行安全	・航路標識法(航路標識の機能障害となりうる建築物)	●	—	●	
	・海上交通安全法(東京湾/伊勢湾/瀬戸内海の3海域)	○	—	—	
	・航空法(地表面または水面から60mの高さの物件)	●	—	●	
港湾・海岸	・港湾法(港湾隣接地域を含む)	●	千葉県港湾管理 条例, 港湾区域 内及び港湾隣接 地域内における 工事等の規制に 関する規則	●	
	・港則法(政令で定められた特定港)	○	千葉港, 木更津港	●	
	・海岸法(海岸保全区域, 一般公共海岸区域)	●	千葉県海岸管理 規則	—	
	・海洋汚染等及び海上災害の防止に関する法律(海洋施設の設置)	●	—	—	
水産関連	・漁業法(漁業権, 許可漁業)	—	—	●	
	・漁港漁場整備法(漁港区域)	●	千葉県漁港管理 条例	—	
	・水産資源保護法(保護水面の区域, 港湾区域を除く)	○	千葉県海面漁業 調整規則	—	
	・公共用地の取得に伴う損失補償基準要綱(漁業権)	○	—	—	
自然保護・ 景観	・自然公園法(国立公園/国定公園/都道府県立公園)	●	千葉県立自然公 園条例	○	
	・自然環境保全法(原生自然環境保全区域, 自然環境保全区域)	○	千葉県自然環境 保全条例	—	
	・環境影響評価法(風力発電)	○	千葉県環境影響 評価条例	○	環境影響評価条 例
	・景観法(景観計画区域)	○	—	○	景観条例等
	・絶滅のおそれのある野生動植物の種の保存に関する法律(生息地等保護区)	○	—	—	
	・鳥獣の保護及び狩猟の適正化に関する法律(鳥獣保護区)	○	—	—	
・文化財保護法(保存)	—	—	○		

凡例：●当該海域に洋上風力発電施設を設置に関連する法令、○該当しない法令、—FS調査で検討されていない法令

参考：銚子沖及び北九州市沖の枠内に地方自治体の関連条例、規則等を示す。/洋上風力発電実証研究FS調査時の時点では環境影響表は未施行。

参考までに、銚子沖洋上風力発電の工事等に関わる主な法律について、以下に示す。

1. 風車と観測タワーの設置

- ・建築基準法(平成 26 年 4 月 1 日付けで着床式は電気事業法(発電用風力設備に関する技術基準に定める省令)へ一元化された)

2. 風車、観測タワー及び海底ケーブルの設置

- ・国有財産法、(千葉県：国土交通省所管公共用財産管理規則, 使用料及び手数料)

3. 海底ケーブルの設置

- ・港湾法、(千葉県：千葉県港湾管理条例、港湾区域内及び港湾隣接地域内における工事等の規制に関する規則)
- ・海岸法、海岸法施行令、(千葉県：千葉県海岸管理規則)
- ・漁港漁場整備法、(千葉県：千葉県漁港管理条例)
- ・水産資源保護法、(千葉県：千葉県海面漁業調整規則)

- 4. 船舶の航行安全
 - ・ 航路標識法
- 5. 航空障害灯の設置
 - ・ 航空法
- 6. 電波への影響
 - ・ 電波法
- 7. 陸上送電ケーブル、陸上変電所の設置
 - ・ 港湾法、(千葉県：千葉県港湾管理条例、千葉県港湾管理条例施工規則)
 - ・ 自然公園法
 - ・ 漁港漁場整備法、(千葉県：千葉県漁港管理条例)

【豆知識 3.2.2-1】

● 関係機関との協議先

① 銚子沖

- ・ 全般：千葉県(商工労働部, 総合企画部, 総務部, 環境生活部, 農林水産部, 県土整備部)、銚子市役所、旭市、匝瑳市、銚子市商工会議所、銚子市観光協会
- ・ 航行安全：国土交通省東京航空局, 海上保安庁銚子海上保安部、海上保安庁鹿島海上保安署、銚子マリーナ、銚子マリクラブ
- ・ 漁業：海匠漁業協同組合、銚子市漁業協同組合、九十九里漁業協同組合、はさき漁業協同組合、千葉県漁業協同組合連合会
- ・ 電力会社：東京電力

② 北九州市沖

- ・ 全般：北九州市(港湾空港局, 環境局, 産業経済局(水産課))
- ・ 航行安全：海上保安庁若松海上保安部
- ・ 漁業：北九州市漁業協同組合脇之浦地区、ひびき灘漁業協同組合

(2) 系統連系

我が国の電力会社別の需要規模と地域間連系線の送電容量を図 3.2.2-1 に示す。図示しているように、電力の需要規模(発電設備容量)は東京電力、関西電力、中部電力等、大都市を要する電力管内では大きく、2.2.2 項で指摘したように風力発電にとって風況の良好な地域での設備容量は小さい。また、電力会社間の連系線の送電容量は小さく、しかも日本ではフォッサマグナ(糸魚川-静岡構造線)の東西で周波数が異なり複雑な電力系統網となっている。

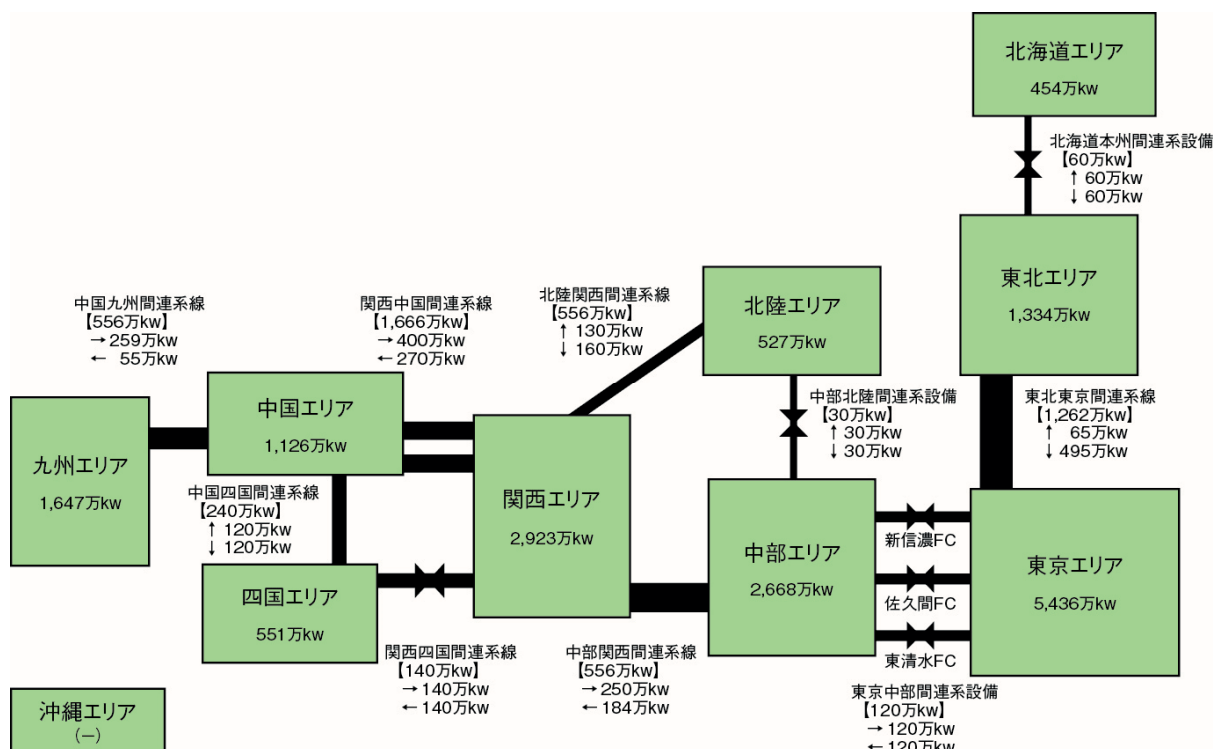


図 3.2.2-1 各地域間連系設備の運用容量算定結果(電力系統利用協議会, 2014)

発電設備容量の小さい電力会社管内に風力発電を始めとする再生可能エネルギー電源が大量に導入されると、その出力変動のために需要と供給のバランスが崩れて周波数が変化するため、図 3.2.2-2 に示すような調整が必要である。主な電力会社における発生する調整力不足とは次のようなものである(出典: 電力系統利用協議会 HP

http://www.escj.or.jp/energy/wg/pdf/report_windpower_wg.pdf)。

- ・北海道電力/北陸電力: 20分~6時間程度の長周期ランプ変動に対する調整力不足(長周期調整力)。
- ・東北電力/中国電力/四国電力/九州電力: 軽負荷時に供給力を絞る際の調整力不足(下げ代)。
- ・沖縄電力: 数分~20分程度の短周期変動に対する調整力不足(短周期調整力)

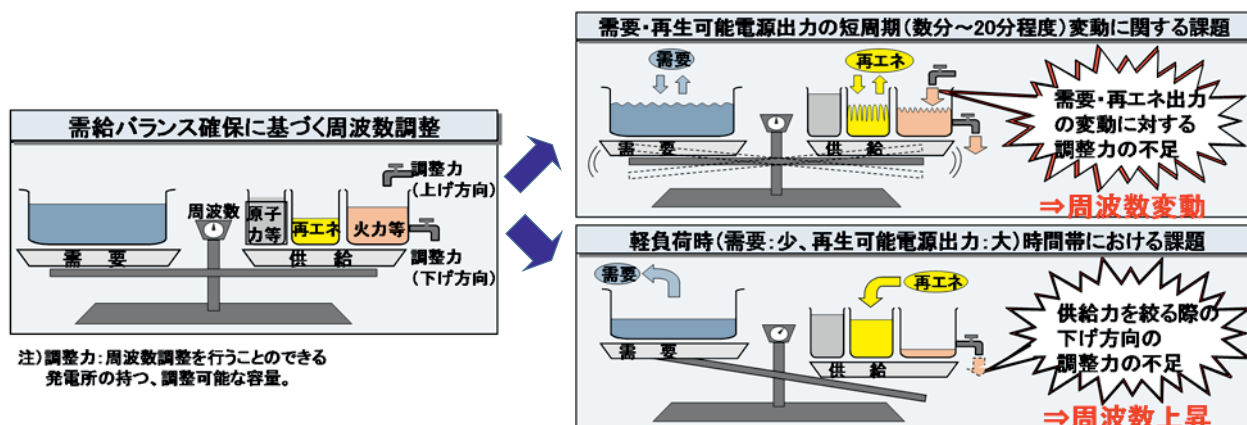


図 3.2.2-2 需給バランス確保に基づく周波数調整(日本風力発電協会, 2013b)

表 3.2.2-3 に電力会社別電力最大需要量と風力ポテンシャルの関係を示すように、風況の良い電力会社管内では送電空容量が少ないことや、あるいは存在しないことから風力発電の導入拡大のためには、既存の会社間連系線の活用、地域内基幹送電線の新增設等が必要で、将来的には系統側蓄電池・新たな調整電源の設置、地域間(会社間)連系線、電力貯蔵設備の新增設及び気象予測システムを活用した広域電力系統運用の実施が不可欠である。

表 3.2.2-3 電力会社別電力最大需要量と風力ポテンシャルの関係

電力会社	2013年度 最大電力需要量 (GW=100万kW)	風力発電ポテンシャル (GW=100万kW)				備考
		洋上 (着床式)	洋上 (浮体式)	陸上	合計	
北海道	5.4	86.7	151.9	100.9	339.5	50Hz
東北	14.0	23.1	72.7	55.4	151.2	
東京	50.9	15.7	23.6	3.1	42.4	
小計	70.3	125.5	248.2	159.4	533.1	
北陸	5.3	0.6	0	3.1	3.7	60Hz
中部	26.2	11.6	14.7	5.9	32.2	
関西	28.2	0.4	0.7	9.4	10.5	
中国	11.1	0	0	6.5	6.5	
四国	5.5	0.3	3.6	3.4	7.3	
九州	16.3	6.6	15.6	16.5	38.7	
沖縄	1.5	11.6	17.6	5.7	34.9	
小計	94.1	31.1	52.2	50.5	133.8	
合計	164.4	156.6	300.4	209.9	666.9	50Hz+60Hz

注)最大電力需要量:電気事業連合会資料 (<http://www.fepc.or.jp/library/data/tokei/index.html>)

風力発電ポテンシャル:風力発電協会(風力発電導入ポテンシャルと中長期導入目標 V4.3)

着床式洋上:年平均風速7.0m/s以上、浮体式洋上:同7.5m/s以上、陸上:同6.0m/s以上(80m高)

洋上風力発電は、コストパフォーマンスを上げるために大規模な施設の導入が望ましいが、風況の良好な電力会社管内では系統連系の制約もあって厳しい状況にある。そのため、経済産業省では 2013 年度から前述の地域内基幹送電線の新增設に関する事業(風力発電のための送電網整備実証事業)が立ち上げられた(豆知識、参照)。これにより、将来、洋上風力発電を含めて風力発電の導入環境が整備され、大容量の風力発電設備の導入が期待される。

洋上風力発電の導入計画を立てる際には、候補海域に属する電力会社の送電網や変電所の容量、位置等の情報が必要であるが、大凡の事業計画書を基に、早めに電力会社と打合せを行うことが重要である。

【豆知識 3.2.2-2】

●電力系統の広域的運営の推進と電力システム改革

- ✓電力系統の広域的運営は、電力システム改革の目的の一つであり、「電力システムに関する改革方針(平成 25 年 4 月 2 日閣議決定)」に基づき、必要な整備を進めていく。
- ✓電力システムに関する改革方針(平成 25 年 4 月 2 日閣議決定)(抜粋)
 - ・電力需給の逼迫や出力変動のある再生可能エネルギーの導入拡大に対応するため、(中略)「電力広域的運営推進機関」を設立し、平常時、緊張時を問わず、安定供給体制を抜本的に強化し、併せて電力コスト低減を図るため、従来の区域(エリア)の概念を越えた全国大での需給整備機能を強化する。
 - ・電力広域的運用推進機関が中心となって、必要に応じて周波数変換設備、地域間連系線等の送電インフラの増給に取り組む。

●風力発電のための送電網整備実証事業(経済産業省：平成 25 年度～)

✓事業概要

風力発電の立地には適しているが、送電網が脆弱な地域においては、地域内送電網を強化することが喫緊の課題である。そのため、風力発電の適地を重点整備地区と定め、送電網整備を行う民間事業者を支援し、技術課題等の実証を行う。

✓実施予定地域

- ・平成 25 年度～
北海道 3 地区(西名寄地区、留萌地区、オホーツク地区)
- ・平成 26 年度～
津軽半島地域、下北地域、秋田沿岸・酒田・庄内地域+上記 3 地区

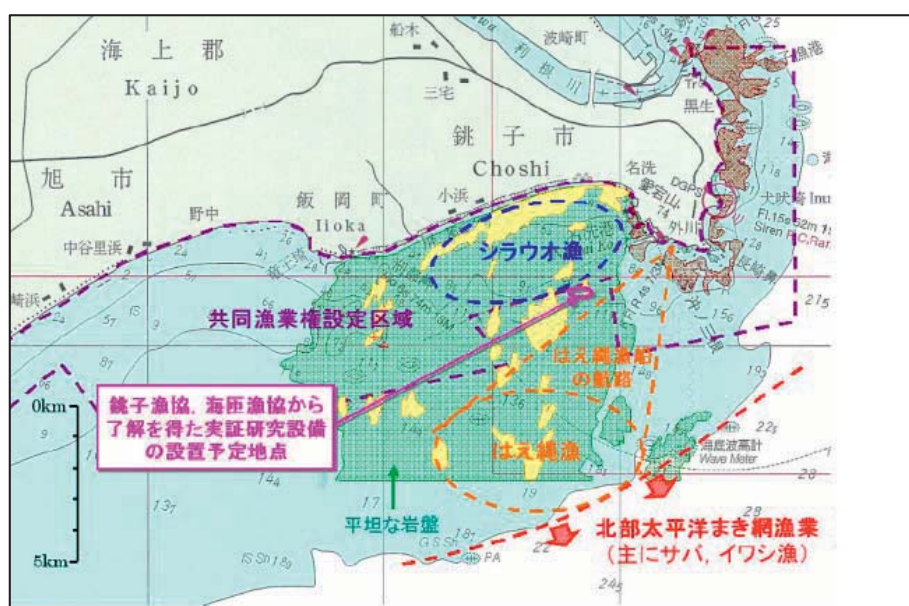
3.2.3 候補海域の選定例

3.2 節の立地海域調査の結果を踏まえ、候補海域を選定する。参考までに、実証研究の銚子沖と北九州市沖における候補海域の選定結果の例を以下に示す。

<銚子沖サイト>

本実証研究の候補海域内を管轄する銚子市漁協・海匠漁協、千葉県、銚子市、銚子海上保安部等関係部局との事前協議を実施し、下記の協議結果から実証研究予定地点が選定された(図 3.2.3-1)。

- a. 銚子市漁協・海匠漁協との事前協議（銚子市漁協：平成 20 年 5 月 27 日～21 年 3 月末、海匠漁協：平成 20 年 9 月 2 日～21 年 3 月 5 日）の結果、屏風ヶ浦沖の水深 20m 以深は北部太平洋まき網漁業が操業し、事前協議先が多数の漁協になる可能性が高く、当該実証研究期間に了解を得ることが困難であるため、候補外とした。
- b. 千葉県・海上保安部等との事前協議から法令上、研究予定海域へ研究設備の設置することが禁止されていないことが確認できた。



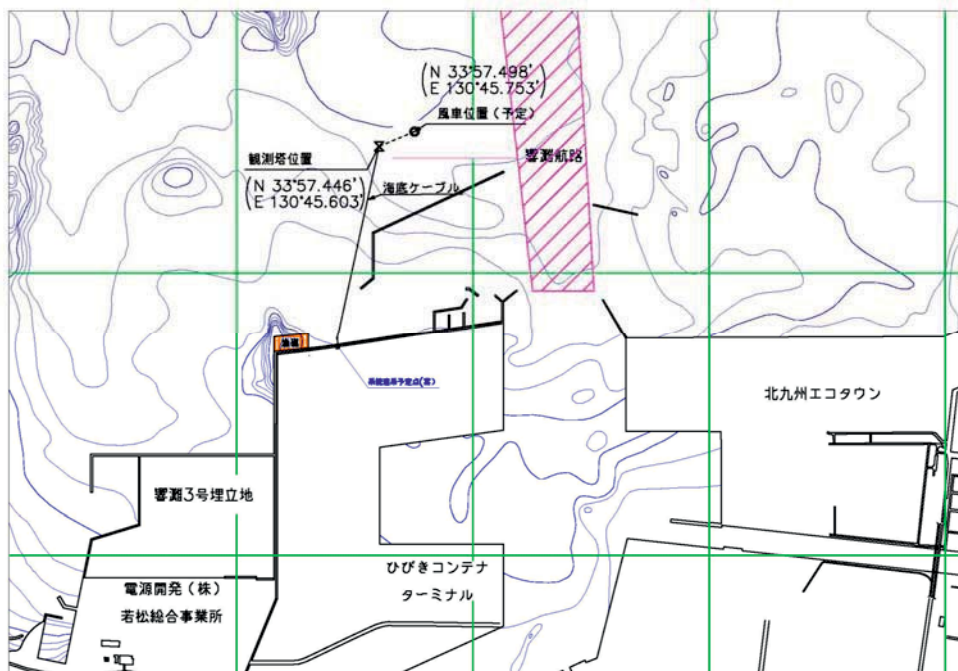
実証研究予定地点の確定		千葉県銚子市屏風ヶ浦沖合(外川漁港から3.1km沖合)
予定地点	位置(国際緯度経度系)	35° 41' N — 140° 49' 6" — 16" E
	水深	10-15m
	離岸距離	3.1km
	海底土質	砂岩及び泥岩(部分的に堆砂あり)
	海底地形	海底の勾配が小さく、不陸(平坦でないこと)も小さい。

図 3.2.3-1 銚子沖における候補海域の選定結果(東京電力資料)

<北九州市沖サイト>

本実証研究の候補海域内を管轄する北九州市漁業協同組合脇之浦地区、ひびき灘漁業協同組合、北九州市（港湾空港局・環境局、産業経済局(水産課)）、海上保安庁若松海上保安部、九州電力等関係部局との事前協議を実施し、下記の協議結果から実証研究予定地点が選定された(図3.2.3-2)。

- a. 実証海域は当初予定位置の南側(陸地から 1~2 km)の地点で、500×100mの範囲となった。
- b. 実証海域は北九州港港湾区域内であり、開発に当たっては港湾管理者(北九州市)の許可が必要となる。また、当該海域は船舶航行に支障はないと考えられるものの、設置工事の際は船舶航行に支障をきたさない対策(障害灯等)が必要となる。



実証研究予定地点の確定		福岡県北九州港 響灘3号埋立地沖合1.4km
予定地点	位置(国際緯度経度系)	33° 57' 27" -29" N — 130° 36' -45" E
	水深	約14m
	離岸距離	1.4km
	海底土質	砂、砂礫(堆積層:12m層厚)、岩盤
	海底地形	海底勾配が小さい(響灘3号埋立地から沖合に向かって10m程度の堆積層の海域が延びている、)

図 3.2.3-2 北九州市沖における候補海域の選定結果(電源開発資料)